This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

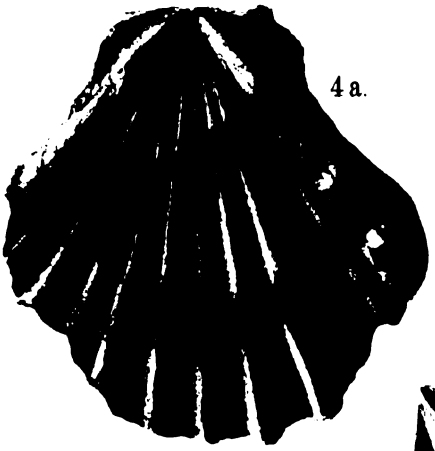
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

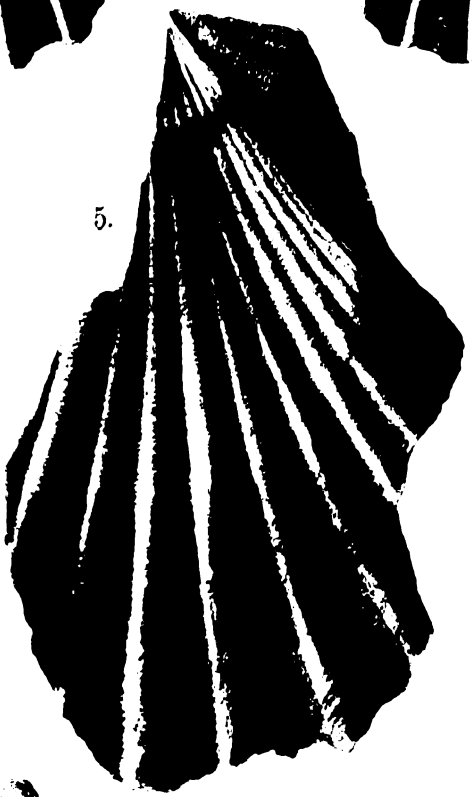
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

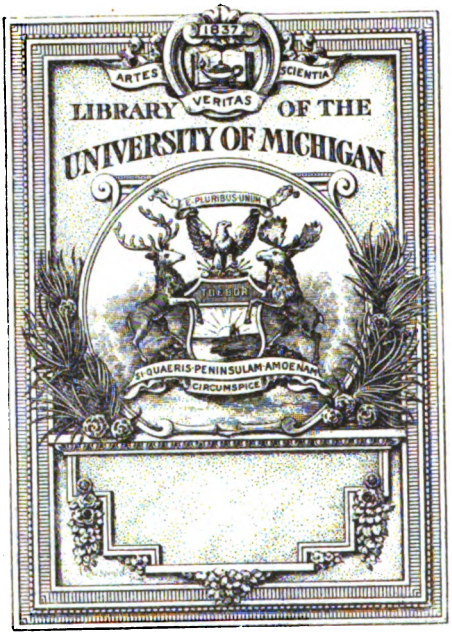
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`





Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie



Digitized by Google

SCIENCE LIBRARY
QE
1
.N48

Digitized by Google

Digitized by Google

Neues Jahrbuch

für

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg. **E. Koken**, in Tübingen. **Th. Liebisch**, in Göttingen.

XVII. Beilage-Band.

Mit XLIII Tafeln, 2 tektonischen Kartenskizzen und 91 Figuren.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).

1903.

Digitized by Google

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Blanckenhorn, M.: Die Vola-Arten des aegyptischen und syrischen Neogens. (Mit Taf. XIII. XIV.) . . 163

Franz, V.: Über „Nautilus bidorsatus“ und seine Verwandten. (Mit 5 Figuren.) 486

Goldschmidt, V. und Fr. E. Wright: Über Ätzfiguren, Lichtfiguren und Lösungskörper, mit Beobachtungen am Calcit. (Mit Taf. XXIV—XXXIV und 5 Textfiguren.) 355

Hecker, O.: Petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin. (Mit Taf. XVIII—XXIII und 7 Textfiguren.) 313

Heineck, Fr.: Die Diabase an der Bahnstrecke Hartenrod—Übernthal bei Herborn. (Mit Taf. V—XII und 11 Textfiguren.) 77

Linck, G.: Beiträge zur Geologie und Petrographie von Kordofan. (Mit Taf. XXXV—XLII, 6 Textbildern und 10 Analysenfiguren.) 391

Mühlberg, F.: Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura. (Mit 2 tektonischen Kartenskizzen.) . 464

Müller, E. C.: Optische Studien am Antimonglanz. (Mit 23 Textfiguren.) 187

Petrasch, K.: Beiträge zur experimentellen Petrographie. (Mit Taf. XLIII und 3 Figuren im Text.) 498

Schweig, M.: Untersuchungen über die Differentiation der Magmen. (Mit 15 Figuren im Text.) 516

Steinmann, G.: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika.

X. W. Paulcke: Über die Kreideformation in Südamerika und ihre Beziehungen zu anderen Gebieten. I. Theil. (Mit Taf. XV—XVII und 5 Textfiguren.) 252

Walther, K.: Das Unterdevon zwischen Marburg a. Lahn und Herborn (Nassau). (Mit Taf. I—III, 1 Karte [Taf. IV] und 1 Textfigur.) 1

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Unterdevon zwischen Marburg a. L. und Herborn (Nassau).

Von

Karl Walther in Marburg i. Hessen.

Mit Taf. I—III, einer Karte (Taf. IV) und 1 Textfigur.

Vorbemerkungen.

Die nachstehende Arbeit ist auf Anregung des Herrn Prof. Kayser entstanden, der mir rieth, die noch wenig bekannten zerstreuten Unterdevonvorkommen der Gegend zwischen Marburg und Herborn zum Gegenstande einer Dissertation zu machen. Ich habe mich zu diesem Zwecke 9 Wochen in Gladenbach, Niederweidbach und Herbornseelbach aufgehalten und alle weiter unten zu besprechenden Punkte des Gebietes, wo unterdevonische Gesteine zu Tage treten, einer eingehenden Untersuchung und palaeontologischen Ausbeutung unterzogen. Auf diese Weise ist ein reichhaltiges Material zusammengekommen, das im Verein mit den älteren Sammlungsbeständen des Marburger Museums ein weit besseres Urtheil über die unterdevonischen Ablagerungen des fraglichen Gebietes erlaubt, als es bis dahin möglich war.

Es soll im Folgenden zunächst eine Übersicht über unsere bisherige Kenntniss des Unterdevons des sogen. hessischen Hinterlandes gegeben werden. Daran soll sich ein geologischer Theil anschliessen, enthaltend die topographisch-tektonischen, die petrographischen und die stratigraphischen Eigenthümlichkeiten der fraglichen Unterdevonvorkommen, während die palaeontologische Untersuchung des Materials den Schluss der Arbeit bilden soll.

Digitized by Google

Ehe ich aber zu meinem Thema übergehe, kann ich nicht unterlassen, meinen Dank zunächst Herrn Prof. Kayser auszusprechen, dem ich für die Anregung zu dieser Arbeit in erster Linie verpflichtet bin und der auch während derselben mich stets in liebenswürdiger Weise mit Rath und That unterstützt hat. Nicht minder stets bereit mir behilflich zu sein war der Assistent am hiesigen Institute, Herr Dr. Fr. Drevermann, dem ich hierfür meinen wärmsten Dank aussprechen möchte. Zu danken habe ich ferner den Herren Prof. Traquair in Edinburg, Prof. Dr. Beushausen und Dr. H. Lotz in Berlin für ihre liebenswürdigen Mittheilungen über verschiedene Fossilien; Herrn Geheimrath Bauer in Marburg für die Erlaubniss, im mineralogischen Institute einige Gesteinsdünnschliffe anfertigen und untersuchen zu dürfen; der Direction der kgl. preuss. geol. Landesanstalt und dem Museum für Naturkunde zu Berlin sowie den Herren Geheimrath Schwerd zu Coblenz und Fr. Maurer zu Darmstadt für die Übersendung von Originalen. Für seine liebenswürdige Führung in der Coblenzer Gegend, deren Kenntniss mir zum Vergleich mit der meinigen äusserst erwünscht war, bin ich endlich noch Herrn Oberlehrer Dr. Follmann zu Coblenz zu besonderem Danke verpflichtet.

Zum Schlusse sei den Herren Cand. rer. nat. Brücher und O. Doerbecker für die Mühe, die sie auf die Herstellung der Tafeln verwendet haben, auch an dieser Stelle nochmals bestens gedankt.

I. Ueberblick über die bisherige Kenntniss der Unterdevonablagerungen unseres Gebietes.

Die erste Nachricht über das Unterdevon der Gegend zwischen Marburg und Herborn in Nassau finden wir im Neuen Jahrb. f. Min. etc. von Leonhard und Bronn, Jahrg. 1846, p. 325. Fr. Sandberger macht dort Mittheilung über den Spiriferensandstein von Gladenbach in Oberhessen, auf den ihn v. Klipstein hingewiesen habe. Als bezeichnend für denselben werden *Spirifer paradoxus*, *Chonetes sarcinulata* und *Pleurodictyum problematicum* angeführt. Von dieser Koralle wird gesagt, dass sie bis jetzt in jedem wohluntersuchten Spiriferensandstein gefunden worden sei.

Digitized by Google

In der 1847 in Wiesbaden erschienenen „Übersicht der geologischen Verhältnisse des Herzogthums Nassau“ von Fr. Sandberger findet sich nichts, was auf unsere Vorkommen Bezug hat.

Auf ein zweites, räumlich von dem genannten weit entferntes Auftreten von Unterdevon weist die Notiz des Bergmeisters Grandjean (N. Jahrb. 1852. p. 268 f.) hin, welcher in einer schieferigen Schicht zwischen Herbornseelbach und Ballersbach u. a. *Orthothetes umbraculum* festgestellt hatte.

v. Klipstein's „Beschreibung des Districtes zwischen der Dill und der Salzböden“ [1], welche 1854 erschien, bietet auf topographischem Gebiete manches Interessante. Von geologischen Mittheilungen ist zunächst die von Wichtigkeit (Cap. 28), welche sich mit dem Hauskopf des Schneeberges beschäftigt [2]. Gemeint ist die Höhe 412,2 südwestlich Rodenhausen. Von diesem Punkte wird p. 247 f. ein Versteinerungsverzeichniss aufgestellt [3]. Von Interesse ist der Hinweis, dass sich unter der eisenschüssigen rothbraunen eine (unverwitterte) kalkreiche Grauwacke fände. Ich komme auf diesen Punkt weiter unten noch zu sprechen. v. Klipstein führt weiter an, dass auch der Rücken des Altenberges (jetzt: der „Alten Berge“) zwischen Rossbach, Oberweidbach und Rodenhausen aus derselben eisenschüssigen Grauwacke bestehe, welche zahlreiche Versteinerungen enthalte. Es wird ferner erwähnt, dass zwischen erstgenanntem Orte und Niederweidbach die Grauwacke in vielfachem Wechsel mit Thonschiefern allmählich

---

[1] Geognostische Darstellung des Grossherzogthums Hessen, des kgl. preuss. Kreises Wetzlar etc. Nordw. Hauptabth. Frankfurt a. M., G. Fr. Heyer.

[2] Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Bezeichnung „Schneeberg“ früher eine umfassendere war als heutzutage. Während man jetzt (s. Messtischbl. Gladenbach) im Wesentlichen nur die Höhen 433,9 und 410,5 nordwestlich Rodenhausen, zwischen welchen die „Alte Schneeberger Landstrasse“ hindurchführt, mit dem Namen „Schnee-Berge“ bezeichnet, bezog man diesen Namen früher auf den ganzen Höhencomplex zwischen den Dörfern Mornshausen, Erdhausen, Oberweidbach und Weipoltshausen.

[3] Unter anderen Fossilien sollen sich dort gefunden haben: *Spirifer paradoxus, Pleurodictyum problematicum, Chonetes sarcinulata* und *dilatata, Rhynchonella daleidensis, Gosseletia truncata, Nucula* sp., *Pleurotomaria daleidensis, Grammysia hamiltonensis* und *Orthoceras* sp.

Digitized by Google

in diese übergehe. Die in diesen enthaltenen zahlreichen Kieselgallen werden nicht erwähnt, dagegen findet sich ein Hinweis auf die das Mitteldevon bezeichnenden Kalkfragmente am Südostrande der Alten Berge.

Das 29. Capitel der Klipstein'schen Beschreibung beschäftigt sich mit dem Hemmerich, der Koppe und dem Dreisberge. Alle drei setzen sich aus einer glimmerreichen Grauwacke zusammen, die hie und da, z. B. am Dreisberge, Versteinerungen führe. Es wird auf die Schwierigkeit hingewiesen, auf der Karte die Grenzen zwischen Grauwacke und dem darüberliegenden Thonschiefer anzugeben. „Dieser umgiebt in einem vollständigen Gürtel die drei genannten Höhen. Während der erhabene und steile Theil der Koppe vorwaltend aus Grauwacke besteht, so zieht sich der Thonschiefer schon auf der Westseite bis fast zum oberen Höhenrande des Hemmerichs und hält sich auf dieser und auf der Südseite nur in geringerer Entfernung unter ihm hin." Auch in diesem Gebiete geht die Grauwacke sehr allmählich in den Thonschiefer über.

Das 30. Capitel giebt u. a. die Beschreibung eines Profils zwischen der Hartenmühle an der Salzböde südlich Weidenhausen, der Koppe, Rolshausen und Altenvers. Ausser der Erwähnung eines „glimmerreichen Grauwackenschiefers unweit Altenvers" (unser sogen. „Haliseritenschiefer") enthält die Beschreibung nichts Wichtiges.

In den 1856 erschienenen „Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau" der Gebr. Sandberger werden (p. 473) die „Gesteine des Schneeberges bei Gladenbach" erwähnt und der Spiriferensandstein in Nassau mit den „sandigen Schiefern und Sandsteinen von Gladenbach in Oberhessen" parallelisirt.

1870 erschien die Section Gladenbach mit Erläuterungen (herausgegeben vom Mittelrheinischen geologischen Verein durch R. Ludwig [1]). Während es wohl unnöthig ist, über die Karte etwas zu sagen, muss ich auf die Erläuterungen genauer eingehen. In dem allgemeinen Theile wird mit Recht auf die grosse Rolle hingewiesen, welche die Thäler als Ver-

[1] Darmstadt, G. Jonghaus.

Digitized by Google

werfungslinien (bei Ludwig „durch Bodenschwankungen hervorgebrachte Zerklüftungen") im Gebirgsbau unserer Gegend spielen. Von diesem Gegenstande wird weiter unten noch zu reden sein. Bei der Beschreibung der Sedimente wird unter der Überschrift „Spiriferensandstein" des Schneeberges (nach alter Auffassung) gedacht und das v. Klipstein'sche Versteinerungsverzeichniss vom Hauskopf wiedergegeben. Ferner fand Ludwig in einem kleinen, oberhalb Rossbach gelegenen Steinbruche *Spirifer paradoxus*, *Chonetes sarcinulata* und *dilatata*. Neu ist die Angabe von Obercoblenzschichten mit *Spirifer paradoxus* und *Pleurodictyum problematicum* bei Waldgirmes[1].

Die von v. Klipstein vom Hauskopf beschriebene kalkreiche Grauwacke bezeichnet Ludwig als „Spiriferenkalkstein", welcher den „Spiriferensandstein" unterlagere. Aus erstgenanntem werden u. a. angeführt: *Spirifer paradoxus*, *Homalonotus crassicauda*, *Grammysia ovata*, *Orthoceras* sp. und *Chonetes dilatata*[2]. Ferner fand Ludwig am Sperbershain bei Erdhausen (Höhen 370,3 und 397,3 südlich Weidenhausen) Bänke mit *Spirifer paradoxus*, *Chonetes sarcinulata* und *dilatata*, vermochte jedoch kein anstehendes Gestein zu entdecken. Diese Angabe muss auf einem Irrthum beruhen, da die genannte Gegend zweifellos dem Silur angehört. Den „Spiriferenthonschiefer" (hangende Unterdevonschichten) vermag Ludwig nicht überall in richtiger Weise von älteren und jüngeren (silurischen und mitteldevonischen) Schiefern zu trennen, denn er giebt an, dass derselbe von Sinkershausen über Gladenbach gegen Oberweidbach und Rossbach sich hinziehe.

[1] Dieses Vorkommen wurde zwar auf unserer Übersichtskarte eingetragen, bei der Beschreibung aber als ausser dem Rahmen der Arbeit liegend übergangen. Vergl. darüber Riemann, Beschreibung des Bergreviers Wetzlar (Bonn 1878, Marcus), p. 8 u. 10, sowie v. Dechen, Erläuterungen der geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen (Bonn 1884, A. Henry). II. Theil. p. 103, 122, 124—129.

[2] Es sei gleich hier darauf hingewiesen, dass wegen eines analogen, genau im Streichen des Hauskopfes gelegenen Vorkommens die Vermuthung besteht, dass wir es hier mit einer Vertretung des Hohenrheiner Horizontes zu thun haben. Wir bekämen dann also:

Ludwig:

Spiriferen-Thonschiefer = „oberste Coblenzschichten" z. Th.
„ -Sandstein } obere Coblenzschichten.
„ -Kalkstein = Hohenrheiner Horizont }

Digitized by Google

Gänzlich unrichtig ist Ludwig's Annahme, dass der zwischen Altenvers, Rolshausen und Lohra auftretende „los- bis festkörnige gelbe Quarzsandstein" mit *Spirifer simplex*, *Spirigera concentrica* und Criniten dem „Stringocephalensandstein" angehöre. „Der Sandstein ist in dicke Bänke abgesondert, welche hora 4½ streichen und 25—30° südöstlich einfallen. Manche Lager sind so loskörnig, dass sie bei geringem Drucke zu Sand zerfallen." Auch ein Eingehen auf den zwischen Lohra und Damm, ferner bei Mornshausen und am Hemmerich auftretenden „Stringocephalenthonschiefer" ist unnöthig; dagegen erscheint mir die Erwähnung der bei Gladenbach, Mornshausen, Rossbach, Niederweidbach und Rolshausen in einem dunklen Thonschiefer auftretenden „schwarzen Kalksphäroide" (p. 72) insofern von Wichtigkeit, als darunter möglicherweise unsere Kieselgallen gemeint sein können. Ludwig stellt sie wegen angeblich darin enthaltener Goniatiten und Cypridinen zum Oberdevon.

Ein letzter Hinweis auf Unterdevon in unserem Gebiete findet sich auf p. 90, wo der von Ludwig als flötzleer bezeichnete feinkörnige gelbe Sandstein von Willershausen erwähnt wird.

In den 1871 erschienenen „Brachiopoden" Quenstedt's wird auf p. 602 als Fundpunkt der *Orthis biradiata (= Chonetes sarcinulata)* die „gelbe Grauwacke (zerreiblicher Sandstein mit weissem Kaliglimmer) am Schneeberge bei Gladenbach südwestlich Marburg" angegeben.

Die „Beschreibung des Bergreviers Wetzlar" (s. Fussnote 1 p. 5) von Riemann erwähnt auf p. 8 und 9 den Spiriferensandsteinzug von Rossbach bis über Rodenhausen hinaus und den Versteinerungsreichthum des Schneeberges bei Rossbach.

Bei Dechen (s. Fussnote 1 p. 5) finden wir das Unterdevon ausser von den uns bekannten Localitäten noch erwähnt von „Kaldern auf der rechten Seite der Lahn" und „zwischen Lohra und Stedtebach". Ersterer Angabe kann nur das Vorkommen von Wissenbacher Schiefern zu Grunde liegen, welche Dechen und später noch Koch zum Unterdevon rechneten[1];

[1] Vergl. hierüber die Äusserung Kayser's in Jahrb. preuss. geol. Landesanst. 1889. p. LXXIX.

Digitized by Google

die zweite ist insofern nicht ganz richtig, als auf DECHEN's Karte dieses Vorkommen viel zu ausgedehnt angegeben ist. Bei Königsberg findet sich kein Unterdevon, ebenso auch nicht zwischen Asslar (an der Bahnlinie Wetzlar—Köln) und Niederbiel[1]. Das angebliche Unterdevonvorkommen am Bahnhof Giessen beruht auf einer kleinen Partie des merkwürdigen Dalmanitensandsteins, der aber nicht ganz an der richtigen Stelle eingetragen ist[2].

Es erübrigt sich nun noch auf die Mittheilungen, die KAYSER über die Aufnahme der Blätter Herborn, Ballersbach und Oberscheld, sowie über gelegentliche Excursionen auf benachbarte Blätter im Jahrbuch d. preuss. geol. Landesanstalt gemacht hat, einzugehen.

1887, p. LXV: Entdeckung von typischem Unterdevon mit Homalonoten, Pterineen, *Pleurodictyum*, *Chonetes sarcinulata* etc. mitten zwischen Schichten vom Alter des Mitteldevon, Oberdevon und Culm oberhalb Herbornseelbach an der Landstrasse nach Bicken.

1892, p. XXXIX: Mittheilung über die Auffindung von Obercoblenzversteinerungen westlich Greifenthal, mitten im Silur. (Dies ist das westlichste Unterdevonvorkommen in unserem Gebiete.)

1893, p. XL: Kartirung des Unterdevonzuges zwischen Katzenfurt im Dillthale und der Gegend von Dreisbach und Bellersdorf. Während seine Hauptmasse aus hellen, plattigen Grauwackensandsteinen besteht, in denen nur ganz vereinzelte Crinoidenstielglieder angetroffen wurden, ist seine hangendste Zone aus mürben, dunklen, Kieselgallen führenden Schiefern zusammengesetzt, in denen an mehreren Punkten eine kleine Fauna aufgefunden wurde. Sie und die Kieselgallen weisen auf die Zugehörigkeit dieser hangenden Schiefer zur Obercoblenzstufe, während die darunter liegenden Grauwacken

---

[1] Es handelt sich an letztgenannter Stelle (vergl. KAYSER u. HOLZAPFEL, Über die stratigraphischen Beziehungen der böhmischen Stufen F, G, H BARRANDE's zum rheinischen Devon (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1894. **44**. Heft 3 p. 490) um gelbe ockerige Tentaculitenschiefer mit unreinen Kalken.

[2] Vergl. KAYSER, Die Fauna des Dalmanitensandsteins von Kleinlinden bei Giessen. p. 13. Marburg 1896, ELWERT.

Digitized by Google

wahrscheinlich einem tieferen Niveau des Unterdevons entsprechen.

1894, p. XXXIII: Tektonik des genannten, das Blatt Ballersbach in diagonaler Richtung von Südwesten nach Nordosten durchsetzenden Unterdevonzuges.

1895, p. LXIV: Angaben über die Unterdevonvorkommen im Osten und Südosten des Blattes Oberscheld (16 unseres Übersichtskärtchens). Diese Schichten setzen sich zusammen einerseits aus einem Südzuge, bestehend aus dunklen Grauwackenschiefern, hie und da mit Versteinerungen, so am Sandberge bei Übernthal (Obercoblenz), andererseits aus einem nördlichen Parallelzuge, bestehend aus Grauwackensandsteinen, welcher sich aus der Gegend von Bicken bis über Hartenrod hinaus verfolgen lässt und sich durch seine Versteinerungen (im Norden von Günterod *Tropidoleptus carinatus* var. *rhenana*) als zur Untercoblenzstufe gehörig erweist. (Zu demselben gehört auch unser Versteinerungsfundort von Herbornseelbach.)

1896, p. XXXVIII: Verf. kommt zu dem Resultate, dass die „plattigen Arkosegrauwacken", die an der Scheide zwischen Dill- und Lahnmulde eine so grosse Verbreitung besitzen, und welche er früher für älteres Unterdevon gehalten hatte, wegen ihrer petrographischen Ähnlichkeit mit der von Denckmann aus dem Kellerwalde beschriebenen Grauwacke silurischen Alters sei. Diese Annahme stützt Kayser durch den Hinweis auf das Unterdevonvorkommen von Rolshausen, welches in Berührung mit der genannten Grauwacke stehe und die Fauna des obersten Horizontes der Siegener Schichten enthalte (*Spirifer hystericus*, *Rensselaeria strigiceps*, *Modiomorpha siegenensis*, *Avicula pseudolaevis*, *Pteronites bilsteinensis*, *Goniophora trapezoidalis* u. s. w.).

1898, p. XCVI: Zunächst Angaben über den grossen Hauptsilurzug, dann Nachweis eines südlichen Parallelvorkommens. „In der Gegend von Ahrdt und Mudersbach beginnt im Osten einer grossen Querverwerfung, die nahezu mit dem flachen, breiten, nach Süden gerichteten obersten Stück des Aarthales zusammenfällt, ein zweiter südlicher Parallelzug silurischer Gesteine. Dieser Zug setzt sich nach Nordosten noch weit auf die Blätter Rodheim und Gladenbach fort und

Digitized by Google

bleibt von dem nördlichen Silurzuge durch eine breite Zone von Obercoblenzschichten getrennt, die den hohen Rücken des Schneeberges zwischen Oberweidbach und Rossbach und weiter östlich die stattlichen Bergkuppen des Hemmerichs bei Rodenhausen, sowie die der Koppe und des Dreisberges im Westen des Salzbödethales zusammensetzen."

So waren also bis vor Kurzem im Unterdevon unseres Gebietes nachgewiesen: Älteres Unterdevon, Untercoblenz, Obercoblenz.

II. Geologischer Theil.

Es sind im Wesentlichen drei Unterdevonzüge, welche zwischen Marburg und Herborn am Aufbau des Gebirges theilnehmen. Diese sind, nach ihrer Wichtigkeit geordnet (s. Übersichtskärtchen):

I. Vorkommen 1—5; dazu noch die kleine Partie von Greifenthal jenseits der Dill.
II. „ 6—11 und 12—14 (?).
III. „ 15 und 16.

A. Topographisch-tektonisches.

a) Allgemeines.

Geht man vom Buntsandstein des benachbarten, dem alten Gebirge im Süden anliegenden hessischen Berglandes aus, so gelangt man zunächst in einen nur wenig breiten Streifen permischer Gesteine in Gestalt rother Sandsteine und Conglomerate. Auf sie folgt dann weiter nach Westen das Schiefergebirge. Es ist reich an Störungen, die vorwiegend in nordwestlicher Richtung, d. h. senkrecht zum Streichen des Gebirges verlaufen und wie anderwärts, so auch in unserem Gebiete oft für die Richtung der Thalzüge und Wasserläufe bestimmend waren. Ein Blick auf unser Übersichtskärtchen zeigt deutlich, wie durch diese Verwerfungen ursprünglich zusammenhängende Gebirgszüge zerstückelt und an den Bruchlinien gegeneinander verschoben wurden. Solche Störungsthäler sind das der Allna, der Salzböde, der oberen Vers, der Bieber, des Schwalbenbaches und der oberen Aar. Kleinere, aber nicht minder wichtige, mit Thälern oder Senken

Digitized by Google

zusammenfallende Störungslinien werden wir bei den einzelnen Vorkommen kennen lernen.

b) Die einzelnen Vorkommen.

α. Zug I (Messtischblatt Gladenbach, Blätter der geologischen Landesaufnahme Herborn und Ballersbach).

Das östlichste Vorkommen von Unterdevon in unserem Gebiete bildet die Höhe 273,2 zwischen den Dörfern Weiershausen, Friebertshausen und Allna. Die Begrenzung dieses Rückens ist wegen der schlechten Aufschlüsse in der dortigen Gegend sehr schwierig. Nach Süden geht das Unterdevon sicherlich nicht über die Allna hinaus, nach Norden ist es von Silur begrenzt, während im Osten und Westen grosse diluviale Massen vorgelagert sind.

Das Unterdevon 2 im Norden von Willershausen bildet die in nahezu ostwestlicher Richtung verlaufende Höhe 326,5, welche dicht mit Wald bestanden ist und als Aufschlüsse nur einige kleine, am Westabhange angelegte Versuchsschürfe darbietet. Auch in diesem Falle ist die kartographische Begrenzung des Devons infolge von grossen, auf allen Seiten der Höhe angelagerten Lehmmassen mit Schwierigkeiten verbunden.

Wir kommen nun zu den wichtigsten unserer Devonpartien, den Vorkommen 3 und 4, welche sich mit geringen Unterbrechungen von der Salzböde bei Mornshausen bis über die Aar nördlich Altenkirchen erstrecken. Ihnen gehören die bedeutendsten Erhebungen jener Gegend an, der Dreisberg (446 m), die Koppe (454,1 m), der Hemmerich (475,7 m) und die Alten Berge (höchster Punkt 460,5 m). Das Vorkommen 3 ist an einer das Silur scharf abschneidenden Verwerfung im Streichen gegen das Vorkommen 4 nach Norden verschoben. Die Verwerfung verläuft so, dass sie den in das Thal bei Oberweidbach nasenförmig hineinragenden Nordwestausläufer der Alten Berge von diesen trennt und sich dann in der Senke südlich des Verbindungsweges zwischen Oberweidbach und der Giessen—Gladenbacher Strasse bis zu seiner Einmündung in diese hinzieht. Von hier aus verläuft die Grenzlinie zunächst in östlicher Richtung durch ein tief eingeschnittenes Thal auf Rodenhausen zu und erreicht in nordöstlicher Richtung den Verbindungsweg zwischen Rodenhausen

Digitized by Google

und Erdhausen ungefähr 1 km nördlich des erstgenannten Ortes. Sie folgt dann diesem Wege, der westlich der Koppe über einen kleinen Kamm führt, so dass sie die östlich gelegene Koppe von den silurischen Schiefern und Grauwacken im Westen von einander scheidet, und endigt in der Nähe der Einmündungsstelle des genannten Weges in die „Alte Schneeberger Landstrasse". Nicht minder scharf ist die Linie, welche den Devoncomplex der drei genannten Höhen nach Osten vom Silur scheidet (s. weiter unten). Zwischen Dreisberg einerseits und Koppe, sowie Hemmerich andererseits verläuft südlich des Rückens, welcher die ersten beiden Höhen verbindet, in nahezu südlicher Richtung ein tief eingeschnittenes Thal (die Höhendifferenz zwischen demselben und dem Dreisberge beträgt 138, dem Hemmerich 167 m). Nach Nordosten schnürt sich von letztgenanntem die Höhe 430,6 ab, welche deutlich eine Brücke zu der am weitesten nach Norden vorgeschobenen Koppe bildet. Legt man nun durch die Senke zwischen dem Hemmerich und der Höhe 430,6 eine in nordwest-südöstlicher Richtung verlaufende Störungslinie und durch das erwähnte, tief eingeschnittene Thal zwischen Dreisberg und Koppe eine zweite, so sieht man, wie zwischen den beiden Verwerfungen die Masse der Koppe und östlich der letztgenannten der Dreisberg aus der Streichrichtung des Hemmerichs gegen Nordwesten vorgeschoben wurde.

Nach Osten setzt sich unser Complex 3 scharf ab gegen das Silur, welches die Höhe 340,3 südlich Mornshausen inne hat. Die Störungslinie fällt hier gleichfalls mit einem Thale zusammen, durch welches der Bach fliesst, der in seinem Oberlauf das genannte, tief eingeschnittene Thal benützt. Der Verbindungsweg Mornshausen—Rolshausen, sowie die Grenze der Regierungsbezirke Wiesbaden und Kassel laufen von ihrem Schnittpunkte thalabwärts ein Stück mit dem Bache parallel. Ausser der Wirkung der genannten Störungslinie, den Devonzug nach Osten abzuschneiden, veranlasste sie noch eine Verschiebung des Silurvorkommens 340,3 gegen den kleinen gleichalterigen Streifen im Süden des Dreisberges. Der Betrag der Verschiebung ist allerdings nur ein geringer, denn an dem genannten Schnittpunkte des Verbindungsweges mit der Grenze stossen beide Silurpartien beinahe zusammen.

Digitized by Google

Die letztgenannte wird in auffälliger Weise durch zwei genau parallele, in der Streichrichtung des Gebirges fliessende Nebenarme unseres Baches gegen das Unterdevon im Nordwesten und das Mitteldevon im Südosten begrenzt.

Wir kommen nun zu dem Complex 4, welcher sich aus der Gegend von Rodenhausen bis über Niederweidbach hinaus erstreckt. Durch ein sofort in die Augen fallendes, tief einspringendes Wiesenthal, das der Weg benützt, welcher von Rossbach zur Giessen—Gladenbacher Strasse führt, wird von den eigentlichen „Alten Bergen" ein südlicher Höhenzug abgegrenzt, welchem der Hauskopf (s. p. 3) und die Höhe 420,6 nördlich Wilsbach angehören. Ob Grund vorhanden ist, diesen Zug von den Alten Bergen zu trennen, werden wir weiter unten sehen. Nach Südosten ist unserem Complexe 4 normal Mitteldevon vorgelagert, während nach Nordosten gegen das Silur die Strasse Niederweidbach—Oberweidbach die Grenze bezeichnet. Über die Verhältnisse des Ostrandes konnte ich bei der Kürze der mir für diese Untersuchungen zu Gebote stehenden Zeit zu keinem befriedigenden Resultate kommen. Die Niederung von Rodenhausen ist von grossen Lehmmassen ausgefüllt, so dass die Begrenzung der hier zusammenstossenden Formationen sehr erschwert wird.

Genau in der Streichrichtung unserer Vorkommen 3 und 4 liegt das Unterdevon der Gegend von Dreisbach (5) und jenseits der Dill das von Greifenthal (s. p. 7 bezw. 9).

β. Zug II (Messtischblätter Gladenbach und Rodheim).

Es wird der genaueren Bearbeitung des Blattes Rodheim und besonders der Kartirung des Westrandes des grossen Krofdorfer Forstes überlassen bleiben, darzuthun, ob die Vorkommen 12—14 untereinander und mit 6—11 tektonisch zusammenhängen. Über das Vorkommen von Waldgirmes vergl. p. 5. Am Himberg, sowie nordöstlich Frankenbach wurde Unterdevon, und zwar wahrscheinlich Obercoblenz unzweifelhaft nachgewiesen. Bei genauerer Bearbeitung dieses Gebietes dürfte sich herausstellen, dass das erstgenannte Vorkommen an einer Störungslinie, welche dem Schwalbenbache parallel läuft, gegen das Unterdevon von Waldgirmes gegen Nordwesten verschoben ist.

Digitized by Google

Wir kommen nun zu den Partien 6—11. Zwischen Lohra und Nanzhausen erhebt sich, rings vom Diluvium umgeben, die Höhe 295,2, die nur zum kleinen Theil aus Unterdevon besteht, das sich aber nach Osten auf den Westabhang der Höhe 307,3 fortsetzt. Die Aufschlüsse sind dort ausserordentlich schlecht, so dass über die Begrenzung des Vorkommens 6 nichts Genaueres ausgesagt werden kann.

Das Unterdevon 7 setzt sich noch ein wenig über die Salzböde fort und tritt als kleine isolirte Masse am südlichen Abhange der Höhe 311 nördlich Damm auf, während Silur und Mitteldevon den Hauptbestandtheil bilden.

Wie für den Zug I das Unterdevon 3 und 4 von besonderer Wichtigkeit ist, so für den Zug II die Vorkommen 7 und 9. Die bedeutendste Erhebung dieses Rückens ist der Stossberg oder Wirrwerich nördlich Weipoltshausen, welcher 341 m hoch ist. Das Rechteck, welches durch die Orte Damm, Lohra, Rolshausen und Altenvers begrenzt ist, wird ganz eingenommen von einem bewaldeten Höhenrücken, dessen Tektonik eine so verwickelte ist, dass ich sie nur andeuten kann. Die Nordecke unseres Höhenzuges gliedert sich deutlich von der Hauptmasse ab, was man schon aus der Lage der Höhenlinien auf der Karte erkennt, und besteht aus silurischen Grauwacken und Schiefern, welche Kalke enthalten und sich am Nordwestrande des Zuges bis an die Strasse Altenvers—Rolshausen hinziehen, wo sie an der Waldecke in einem kleinen Steinbruche aufgeschlossen sind. Ob dieses Silur die Fortsetzung der Höhe 325,8 südwestlich Rolshausen bildet, kann ich nicht entscheiden. Das Unterdevon unseres Zuges tritt dicht an die Strasse zwischen letztgenanntem Orte und Altenvers heran und geht bei diesem Orte normal in mitteldevonische Schiefer über, welche versteinerungsarme Kalke enthalten. Die ganze Fläche südöstlich unseres Complexes ist mit diluvialen Lehmmassen bedeckt.

Isolirt von dem eben besprochenen Höhenrücken 7 liegt das kleine Unterdevonvorkommen 8 in der Nähe des Ortes Rolshausen. Es besteht nur aus einer kleinen Höhe, an welcher versteinerungsführende Obercoblenzschichten zu Tage treten.

Digitized by Google

Der Bach, welcher in der Mulde zwischen Dennberg und Tragwurst südlich Rodenhausen entspringt und welchem der senkrecht zur Streichrichtung des Gebirges führende Weg Seelbach—Weipoltshausen folgt, mündet ungefähr in der Mitte zwischen diesem Orte und Reimershausen in die Vers. Er bezeichnet in deutlicher Weise eine Verwerfung, an welcher das Vorkommen 9 gegen 10 nach Nordwesten verschoben wurde. Erstgenanntes, welches die Höhe des Stossberges oder Wirrwerichs enthält, wird im Norden und Osten von ausgedehnten Diluvialmassen umrahmt, während es nach Westen scharf gegen das Silur absetzt.

Wie weit Complex 10 sich nach Südwesten fortsetzt, kann ich nicht sagen; es wäre möglich, dass er bis zur Vers reicht. Auch das Vorkommen 11 erstreckt sich vielleicht bis an den genannten Bach, so dass dieser wieder eine Querverwerfung bezeichnen würde, an welcher 10 gegen 11 nach Nordwesten verschoben wäre. Letzteres Vorkommen liegt nördlich Frankenbach in dem Winkel, den die Strassen nach Gladenbach und nach Kirchvers miteinander einschliessen.

γ. Zug III (Blätter Oberscheld und Ballersbach der geologischen Landesaufnahme).

Es wurde schon erwähnt (p. 8), dass wir es hier mit zwei parallelen Zügen zu thun haben, einem südlichen, geologisch jüngeren und einem nördlichen älteren. Der erste beginnt in nächster Nähe des Ortes Offenbach, folgt dann dem Rande des Silurzuges und tritt an den Nordostabhängen der Kaltenbach und des Sandberges südöstlich Übernthal auf. Dann folgt eine grössere Lücke, und die letzten Vorkommen (No. 15) liegen bei Endbach sowie zwischen diesem Orte und Wommelshausen mitten in Tentaculitenschiefern.

Der nördliche Zug beginnt an den Nordabhängen des Niederbachs-Berges südlich Ballersbach, setzt sich auf dem rechten Ufer der Aar fort und folgt von da einem Zuge älteren Schalsteines und einem schmalen Bande von Tentaculitenschiefern, tritt am Nordrande des Ställchens auf und setzt sich über Übernthal hinaus bis zum Sonnberg und zur Schönscheid südlich Hartenrod fort.

Digitized by Google

B. Petrographisches.

Das Unterdevon besteht wie am Rheine so auch in unserem Gebiete aus einem vielfachen Wechsel von Grauwacken, Quarziten und Schiefern — „ein flaches, theilweise eingeschlossenes Meer, etwa eine vergrösserte Nordsee“ (Frech) —, welche nach oben, entsprechend einer allmählichen Vertiefung des Meeres, einer deutlich erkennbaren Zunahme des Kalkgehaltes und einer grösseren Feinheit des Gesteinsmateriales Platz machen. Ein Idealprofil der in unserem Gebiete auftretenden Gesteinsarten würde von unten nach oben etwa folgende Reihe geben:

1. Reine Quarzitsandsteine, hier und da kalkige Partien beherbergend — Rolshausen.
2. Mächtige Grauwackensandsteine und -schiefer — Herbornseelbach.
3. Helle Quarzite — Willershausen.
4. Dickbankige, kalkreiche, nach oben in dünnere Bänke übergehende Grauwacke, welche mit Grauwackenschiefern und hellgrauen, äusserst glimmerreichen Schiefern wechsellagert und hier und da quarzitische Einlagerungen und einen grösseren Kalkgehalt enthält — Rossbach.
5. Thonschiefer, nach oben Kieselgallen aufnehmend und (vergl. auch Papiermühle bei Haiger) fast unmerklich zum Mitteldevon (Kiesel- und Tentaculitenschiefer oder reine dachschieferähnliche Schichten) überleitend — Rossbach.

Zwischen dem Wege, welcher in westlicher Richtung vom Punkte 310,1 (zwischen Lohra und Altenvers) zur Strasse Rolshausen—Lohra führt, und der Strasse Rolshausen—Altenvers treten ziemlich reine, unverwittert bläuliche, sonst hellbraune Quarzitsandsteine auf[1]. Leider ist es mir nicht gelungen festzustellen, wie diese sich zu dem in einem kleinen Steinbruche oberhalb der Strasse Rolshausen—Altenvers (an der Grenze der beiden Orte) aufgeschlossenen Quarzite verhalten. Dieses Gestein beherbergt — wie ich vermuthe — kalkhaltige, versteinerungsreiche Partien, welche durch Auslaugung des Kalkes in ein dunkelbraunes, mürbes Gestein

[1] Es erscheint mir wahrscheinlich, dass in dem scharf eingeschnittenen Thälchen, durch welches die Grenze zwischen Rolshausen und Altenvers führt, eine grössere tektonische Störung verläuft so, dass an ihr der Quarzit abschneidet und — gegen Altenvers zu — das normale Profil, nämlich Wechsel von Grauwacken und Schiefern, Schiefer mit Kieselgallen, Schiefer mit Kalklinsen (Mitteldevon) eintritt.

Digitized by Google

übergehen (s. p. 6), das eigentlich nur aus Sandkörnern und einem lockeren Bindemittel besteht.

Nicht näher einzugehen wegen ihrer petrographischen Übereinstimmung mit gleichalterigen Gesteinen anderer Gegenden brauche ich auf die Grauwackensandsteine und -schiefer des oben (p. 14) erwähnten Untercoblenzzuges, welcher sich vom Niederbachsberg bei Ballersbach über Übernthal bis beinahe nach Hartenrod hin erstreckt.

Durch nichts wird wohl der ausserordentlich verwickelte Bau des alten Gebirges unserer Gegend so veranschaulicht, wie durch das Auftreten von ganz isolirten Schollen besonderer, sonst in der Nachbarschaft nicht vertretener stratigraphischer Niveaus. Ein solches, auf weite Entfernung vereinzeltes Vorkommen ist das von Willershausen. Hier treten sehr harte, feinkörnige, glimmerreiche Quarzite auf, welche auf frischem Bruche hellgelb sind, sich jedoch äusserlich bald mit einer braunen Verwitterungsrinde überziehen. Wie wir weiter unten sehen werden, enthalten diese Quarzite Fossilien, die auf eine Zugehörigkeit zu dem in der dortigen Gegend sonst nicht vertretenen Coblenzquarzit hinweisen, eine Annahme, die in der petrographischen Beschaffenheit des Gesteins eine Stütze findet.

Wir kommen nun zu dem Complex von Gesteinsarten, welcher durch allmähliche Übergänge fast unmerklich zum Mitteldevon überleitet (s. die Tabelle p. 17).

Wir können innerhalb dieser Schichtenfolge petrographisch zwei Gruppen unterscheiden: zuunterst die der Grauwacken mit untergeordneten Grauwackenschiefern; darüber die Hauptverbreitung der letztgenannten, nur hier und da mit Grauwackenbänkchen, welche gegen die obere Grenze des Unterdevons verschwinden und massenhaften Kieselconcretionen (Kieselgallen) Platz machen. Diese Zweitheilung ist jedoch, wie ausdrücklich hervorgehoben werden muss, nur eine künstliche; die Grenzen sind durch vollkommene Übergänge sehr wenig scharf. Allein das Auftreten der Kieselgallen giebt in den meisten Fällen Kunde von dem Erscheinen eines jüngeren Horizontes.

Die einzige Stelle in unserer Gegend, wo die dickbankigen Grauwackenbänke der tieferen Obercoblenzschichten auf-

Digitized by Google

Uebergangszone vom Unterdevon in das Mitteldevon.

		I. Weg Oberweidbach—Rossbach, oberhalb letztgenannten Ortes.	II. Südwestabhang der Alten Berge.	III. Papiermühle bei Haiger und sogen. schwarzes Kreuz bei Niederlahnstein.	IV. Nördlich Gladenbach.
Mitteldevon.	5.	Kieselschiefer.	Schiefer mit zahlreichen und grossen Kalklinsen,	Wissenbacher Schiefer,	Reine dachschieferähnliche Schichten mit verkiesten Versteinerungen,
	4.	Schiefer mit dünnen kieseligen Bänkchen.	nach unten mit Kieselgallen.	nach unten mit Kieselgallen.	nach unten mit Kieselgallen.
Unterdevon.	3.	Versteinerungsarme Thonschiefer mit zahlreichen versteinerungsführenden Kieselgallen.	Versteinerungsarme Thonschiefer mit selteneren, meist grösseren Kieselgallen.	Grauwacken- und Thonschiefer mit zahlreichen Versteinerungen und selteneren oder häufigeren versteinerungsarmen Kieselgallen	Nicht beobachtet.
	2.	Wenig mächtige Grauwackenbänke, wechsellagernd mit Grauwackenschiefern.			
	1.	Mächtige, dickbankige Grauwacken.			

Digitized by Google

geschlossen sind, ist der an der Höhe 420,6 nördlich Wilsbach angelegte grosse Steinbruch. Die Grauwacken befinden sich dort noch in dem ursprünglichen, blaugrauen, unausgelaugten Zustande. Wie sie durch verschiedene Übergänge allmählich zum Mitteldevon führen, das macht die schematische Übersicht auf p. 17 wohl klarer als eine lange Erläuterung.

Das Profil I kann man an dem Wege Oberweidbach—Rossbach oberhalb des letztgenannten Ortes beobachten. Das höhere Mitteldevon wird dort durch die Kieselschiefermassen vertreten, welche zwischen Rossbach und Niederweidbach mehrere grössere und kleinere Kuppen bilden.

Westlich von dem genannten Verbindungswege zwischen Rossbach und Oberweidbach am Südwestabhange der Alten Berge sind versteinerungsführende Gallen selten; an ihre Stelle treten flache, scheibenförmige, selten Versteinerungen führende Kiesellinsen, welche hier und da ersetzt werden durch ziemlich grosse Kalkconcretionen. Am Wege Altenvers—Rolshausen, gleich beim Kirchhofe des ersten Ortes, sind die Kalke gut aufgeschlossen und enthalten *Phacops* sp., Brachiopoden u. a. Bei Altenvers und an anderen Orten treten die isolirten Kalklinsen in höherem Niveau zu ausgedehnten Kalklagern zusammen.

Die Reihenfolge III habe ich in unserer Gegend nirgends beobachtet. In dieser sind, wie aus der Tabelle hervorgeht, die gallenführenden Schiefer nahezu versteinerungsfrei. Um so auffälliger ist der Anblick, den man bei Haiger und ebenso am sogen. schwarzen Kreuze bei Niederlahnstein hat. Während Kieselgallen an erstgenanntem Orte nicht häufig, an letztgenanntem dagegen sehr verbreitet sind, enthalten im Gegensatz zu unseren Vorkommen die Gallen fast keine Fossilreste, während die Schiefer sehr reich daran sind.

Die reinen, dachschieferähnlichen Schichten, welche nördlich des Ortes Gladenbach auftreten und einen ausgedehnten Dachschieferbau ins Leben gerufen haben, stellen den Fall IV dar. Es ist mir bei Gladenbach nicht gelungen, das Liegende zu beobachten. Dass die Dachschiefer dem untersten Horizont des Mitteldevons angehören, zeigt ohne weiteres das Vorkommen von Kieselgallen.

Bevor wir nun zu den sogen. Gallenschichten übergehen,

Digitized by Google

müssen wir noch zwei Einlagerungen in den Grauwacken erwähnen, das sind einerseits die Quarzite der Höhen 301 und 339,2 nördlich Altenvers, andererseits die ganz vereinzelt auftretenden hellgrauen, seidenglänzenden, feinglimmerigen Schiefer („Haliseritenschiefer") in nächster Nähe des genannten Ortes. Die Quarzite finden sich in einzelnen kleinen Blöcken zerstreut an den genannten Höhen — man beobachtet sie auch am Fusswege Lohra—Altenvers — und erweisen sich durch ihre Versteinerungen als der Obercoblenzstufe angehörig. Was die „Haliseritenschiefer" anbelangt, so stehen sie auf weite Entfernung ähnlich dem Quarzite von Willershausen gänzlich isolirt da. Sie gleichen ganz dem von Maurer mit demselben Namen belegten, dem Untercoblenz angehörigen Schiefern im Rheinthal oberhalb Coblenz und stellen gleich ihnen eine „Tangfacies"[1] dar. Die Schiefer treten in dem ersten Steinbruche an der Strasse Altenvers—Rolshausen gleich bei dem ersten Orte auf und werden dort wegen ihrer leichten Bearbeitung als Platten etc. gewonnen. Man sieht, wie sie zwischen Grauwackenbänke eingeschoben sind und nach den höheren Theilen des Steinbruchs zu verschwinden. Eine geringe Ähnlichkeit mit den in Rede stehenden Schiefern besitzen stark glimmerhaltige, dünnschieferige Schichten an den Nordabhängen der Höhe 441 westlich Rodenhausen in dem Thale, durch das die p. 10 erwähnte Grenzverwerfung zwischen Silur und Unterdevon verläuft. Doch ist dieses Gestein noch unschwer von dem Altenverser zu unterscheiden.

Es ist nun noch etwas näher auf die Kieselgallen sowie die durch sie gekennzeichneten Schichten einzugehen. Diese Concretionen, über deren Entstehung ich zu keinem befriedigenden Resultate gekommen bin[2], zeichnen sich infolge

[1] Frech, Über das rheinische Unterdevon und die Stellung des „Hercyn". Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1889. p.193. Weiter unten (p. 201) erwähnt Verf., „dass auch in anderen Devongebieten die Tangschichten stets als unregelmässige, an keinen bestimmten Horizont gebundene Einlagerungen auftreten".

[2] Ich vermuthe, dass sie die Stellen der grössten Anreicherung von Kieselsäure aus dem umliegenden Absatzmaterial darstellen. Am schwarzen Kreuze bei Niederlahnstein ist der Übergang der Grauwacken in die Kieselgallen sowohl makroskopisch wie mikroskopisch, wie ich mich an Dünnschliffen überzeugte, gut zu beobachten.

Digitized by Google

ihres hohen Kieselsäuregehaltes durch eine grosse Härte aus. Sie enthalten oft Pyrit, was auf Absatzbedingungen schliessen lässt, die denen ähnlich waren, die wir bei den dunklen *Orthoceras*-Schiefern des Mitteldevons beobachten.

Die Kieselgallen führenden Schiefer stellen entsprechend ihrer feinerdigen, thonerdereicheren Zusammensetzung eine mehr pelagische Ablagerung dar als die unterlagernden Grauwacken. Sie treten in besonders charakteristischer Weise als Umrahmung des Grauwackenkernes an unseren Vorkommen 3 und 4 auf. Dreisberg, Koppe und Hemmerich sind jeder für sich mit einem Mantel von Schiefern mit Kieselgallen umsäumt. Besonders breit ist dieser Mantel am Westabhange des Hemmerich (s. p. 4), wo die Schiefer, welche sich bis an den Weg Rodenhausen—Erdhausen erstrecken, Tausende von Kieselgallen beherbergen. Auch in dem scharf eingeschnittenen Thale zwischen Dreisberg und Hemmerich, sowie an der Nordostecke des Dreisberges südlich Mornshausen sind die Gallenschichten gut aufgeschlossen, treten dagegen an der Ost- und Südostgrenze der Partie 4 rechts der Aar nur vereinzelt auf. Eine sehr grosse Verbreitung erreichen sie zwischen Rossbach und Niederweidbach, wo sie nahezu den ganzen Raum westlich des Weges von Rossbach nach Oberweidbach bis zur Aar einnehmen. Es ist dort gut zu beobachten, wie sie sich jeder Erhebung gewissermaassen anschmiegen, so dass deren höhere Theile aus Grauwacke, die Hänge gegen den Fuss aus Schiefern bestehen. Die stellenweise so grosse Verbreitung der Gallenschiefer erscheint erklärlich, wenn man ihre durchgehends etwas flachere Lagerung berücksichtigt. Während die Grauwacken bei der Gebirgsaufrichtung stark gehoben wurden, vermochten die über ihnen liegenden Schichten nicht eine gleich steile Lagerung anzunehmen, sondern wurden nur am Rande der Grauwackenkerne in die Höhe geschleppt. Die geringmächtige, über dem Grauwackenstocke lagernde Schieferschicht wurde dann infolge ihrer leichten Angreifbarkeit durch die Atmosphärilien abgetragen und als Lehm in den Thälern abgelagert.

Im Vorkommen 4 links der Aar habe ich nur ganz vereinzelt Kieselgallen gefunden, dagegen treten sie im Complex 5 häufiger auf (s. p. 7). Auch zwischen Offenbach

Digitized by Google

und Übernthal finden sie sich vereinzelt am Nordostabhange des Sandberges (s. p. 8). Gering ist jedoch die Verbreitung im Zuge II (s. p. 22). Ich kenne sie dort typisch nur nördlich Lohra (6) und zwischen dem Fusswege Lohra—Altenvers und der Strasse zwischen diesem Orte und Rolshausen bis zur Waldgrenze nördlich Altenvers (7).

Eigenthümlich und bei den höchst mangelhaften Aufschlüssen unseres Gebietes für die Kartirung stellenweise sehr schätzenswerth ist das Auftreten von kleinen, bisweilen nur 1—2 m mächtigen Diabasmassen an der Grenze zwischen Unter- und Mitteldevon, in welch letzterem ihre Hauptverbreitung beginnt. Sehr deutlich treten solche kleinen Lager z. B. an der Südostgrenze des Unterdevons am Hemmerich, sowie gegen den schmalen Mitteldevonzug zwischen Nieder- und Oberweidbach am Waldrande südlich des letztgenannten Ortes auf.

C. Stratigraphisches.

Eine Übersicht sämmtlicher Unterdevonvorkommen unseres Gebietes und ihrer stratigraphischen Horizontirung und Parallelisirung mit auswärtigen Vorkommen giebt die Tabelle auf p. 22.

Wir haben zunächst zu betrachten das tiefere Unterdevon von

Rolshausen.

Wie p. 15 schon erwähnt wurde, ist zur Zeit über die Lagerung der ursprünglich kalkhaltigen, versteinerungsreichen zu den kalkfreien quarzitischen Sandsteinen sowie zu anderen, in der Nähe auftretenden Horizonten des Unterdevons nichts Bestimmtes auszusagen. Es fehlen eben Leitfossilien (Spiriferen aus der Gruppe des *Spirifer primaevus* oder des *Sp. Hercyniae*). Ähnlich verhält es sich auch bei dem Porphyroide von Singhofen, wo jedoch das Vorkommen von *Sp. Hercyniae* einigen Anhalt bietet. Da indes sowohl die kalkigen als auch die kalkfreien Quarzite *Sp. arduennensis* Schn. mut. *antecedens* Frank enthalten, so darf man vielleicht annehmen, dass beide Gesteine gleichalterig sind. Frech in seinen „Devonischen Aviculiden“ und Beushausen in seinen

Digitized by Google

Stratigraphische Uebersicht unserer Unterdevonvorkommen.

		Vorkommen in dem in Rede stehenden Gebiete.	Auswärtige Gebiete.
Stufe des *Spirifer paradoxus* Schl. (= Rammelsberger + Schalker Schichten).	Haiger-Schichten („oberste Coblenzschichten" Frech z. Th.).	Allna (1); Dreisberg, Koppe, Hemmerich (3); Alte Berge: südlich Rodenhausen, Südostrand*, Westrand, Nordwestrand bis ungefähr zum Wege Rossbach—Oberweidbach (4); Vorkommen links der Aar (4); Dreisbach (5); Nanzhausen (6); von Altenvers bis zum Waldrande nordwestl. des Ortes (7).	Grube Schöne Aussicht, Schiefer von Niedererbach und Haiger.
	Eigentliche Obercoblenzschichten.	Allna (1); Dreisberg, Koppe, Hemmerich (3); Alte Berge** und Vorkommen links der Aar (4); Dreisbach (5); Nanzhausen (6); Damm (7); Grauwacken mit den Quarziten der Höhen 301 und 339,2 nördlich Altenvers (s. p. 19) und den Haliseritenschiefern*** bei diesem Orte (7); isolirte Höhe bei Rolshausen (8); Stossberg, Weipoltshausen, Kirchvers (9 und 10); Frankenbach (11); Fellinghausen (12); Himberg (13); Waldgirmes (14); Endbach (15).	Coblenz, Ems, Lahnstein, Prüm, Daleiden z. Th. etc.
	Coblenzquarzit.	Willershausen (2).	Coblenz, Ems, Dillenburg etc.
Stufe des *Spirifer Hercyniae* Gieb.	Untercoblenzschichten.	Zug Niederbachsberg bei Ballersbach†—Übernthal—Sonnberg südlich Hartenrod (16).	Oberstadtfeld in der Eifel.
	? Singhofener Horizont.	? Kalkige und kalkfreie Quarzitsandsteine von Rolshausen (17)††.	Singhofen, Porphyroide von Bodenrod und Wernborn.

Abkürzungen im palaeontologischen Theil (III.) der vorliegenden Arbeit.

* Das wichtigste Vorkommen der Gallenschichten gleich beim Orte Rossbach = „Rossbach II". ** Das wichtigste Vorkommen der Obercoblenzgrauwacken nördlich des Ortes Rossbach = „Rossbach I". *** = „Altenvers H." † Um Verwechselungen mit den mitteldevonischen Schichten bei Ballersbach vorzubeugen = „Untercoblenz von Herbornseelbach". †† „Bei Rolshausen."

Digitized by Google

„Lamellibranchiaten des rheinischen Devon" rechneten die fraglichen Schichten zum Coblenzquarzit[1], Kayser (s. p. 8) zum obersten Horizonte der Siegener Schichten.

Folgende Fossilien sind charakteristisch für die in Rede stehenden Schichten:

1. Verschiedene Aviculiden (*Avicula crenato-lamellosa* Sandb. em. Frech und *Avicula crenato-lamellosa* var. *pseudolaevis* Oehl. sehr häufig; *Limoptera bifida* Sandb.).
2. *Trigeria Gaudryi* Oehl. sp. in massenhaften Exemplaren, begleitet von einem ebenfalls häufigen, *Spirifer* aus der nächsten Verwandtschaft des *Nerei* Barr.
3. *Spirifer arduennensis* Schn. mut. *antecedens* Frank.

Die an erster Stelle genannten Arten sind auch bei Singhofen häufig, während bei uns von anderen wichtigen Formen jener Örtlichkeit fehlen:

Kochia capuliformis C. Koch,
Cucullella solenoides Goldf. und
Palaeosolen costatus Sandb.

Indes wird dieser Mangel einigermaassen ausgeglichen durch das Auftreten eines Zweischalers, der bislang nur aus tieferem Unterdevon bekannt war, nämlich *Goniophora trapezoidalis* Kays.

Trigeria Gaudryi Oehl. und der sie begleitende *Spirifer* aff. *Nerei* könnten vielleicht Aufschluss über die genaue Altersbestimmung des Rolshausener Gesteins geben, wenn über das Niveau, in welchem diese beiden Arten in Frankreich auftreten, etwas Näheres bekannt wäre. Das ist aber leider bisher nicht der Fall, so dass das auf alle Fälle sehr bemerkenswerthe Zusammenvorkommen der beiden Formen an zwei so weit von einander getrennten Punkten stratigraphisch nicht verwerthet werden kann.

In der Fossilliste p. 67 habe ich in der dritten Spalte die Untercoblenzschichten von Oberstadtfeld in der Eifel und anderen gleichalterigen Fundorten angeführt, aber auch hieraus ergiebt sich kein bestimmter Anhalt für das geologische Alter unserer Schichten.

---

[1] Abh. z. Spec.-Karte v. Preussen etc. 9. Heft 3 p. 159, bezw. Abh. d. k. preuss. geol. Landesanst. Neue Folge. Heft 17 p. 153.

Digitized by Google

Es muss sogar hervorgehoben werden, dass Formen, wie

Gosseletia truncata F. Roem.,
Aviculopecten Jugleri A. Roem. und
Orthis hysterita Gmel.? (s. p. 60), welche sich durch aussergewöhnlich langen Muskelzapfen der Ventralklappe auszeichnet,

auf ein höheres Niveau als die Untercoblenzschichten hinweisen.

Alles in Allem ist es mir verhältnissmässig bis jetzt noch am wahrscheinlichsten, dass das Vorkommen von Rolshausen mit dem Horizonte von Singhofen, sowie mit den von Maurer (dies. Jahrb. 1896. Beil.-Bd. X. p. 716) u. a. als gleichalterig angesprochenen Porphyroiden von Bodenrod und Wernborn unweit Usingen — aus welchen Frank *Spirifer arduennensis* mut. *antecedens* beschreibt — zu parallelisiren sei. Mit letztgenannten Schichten haben sie *Cypricardella elongata* gemeinsam, eine typische Untercoblenzform, von welcher Beushausen bemerkt (l. c. p. 458), dass ihr Auftreten für die Annahme, dass die Singhofener Schichten nur eine Faciesverschiedenheit der Untercoblenzschichten darstellen, nicht günstig sei. Ich habe deshalb in der Tabelle auf p. 22 mit Vorbehalt den Singhofener Horizont als eine Unterabtheilung der Stufe des *Spirifer Hercyniae* Gieb. bezeichnet.

Ueber das Untercoblenz von Herbornseelbach

ist wenig zu bemerken. Die kleine Fauna zeigt eine gute Übereinstimmung mit der typischen, lange bekannten und von Drevermann unlängst beschriebenen gleichalterigen Fauna von Oberstadtfeld in der Eifel[1]. Von wichtigen Leitfossilien fehlt *Tropidoleptus carinatus* Conr. var. *rhenana* Frech.

Die Quarzite von Willershausen

stelle ich wegen ihrer petrographischen Beschaffenheit, sowie ihrer der Stufe des *Spirifer paradoxus* angehörigen Fauna (mit *Sp. paradoxus*) zum Coblenzquarzit. Über den Werth eines anderen, für diesen Horizont wichtigen Fossils s. weiter unten p. 50.

[1] Palaeontogr. 49. p. 73 ff. und Verh. d. nat.-hist. Vereins d. preuss. Rheinlande etc. p. 168 ff.

Digitized by Google

Eigentliche Obercoblenzschichten.

Bevor wir zu den interessanten Obercoblenzschichten bei Rossbach und Altenvers H. übergehen, seien noch einige Bemerkungen über andere, weniger wichtige, dem gleichen Horizonte angehörige Fundorte vorausgeschickt (vergl. die Tab. p. 22). Bei Allna und besonders am Südabhange des Stossberges nördlich Weipoltshausen wurde *Spirifer paradoxus* in zahlreichen Exemplaren gefunden. Geringwerthig sind dagegen die Versteinerungsreste, die allenthalben am Dreisberge, der Koppe und dem Hemmerich gefunden wurden. Das gleiche gilt von denen der Alten Berge (ausgenommen die beiden, weiter unten zu erwähnenden Fundpunkte), sowie den einzelnen Obercoblenzvorkommen 5, 6, 7 (nördlich Damm), 8, 10, 11, 12, 13, 15 und 17.

Wir können nunmehr zur Beschreibung des reichsten Obercoblenzvorkommens übergehen, zur Grauwacke von Rossbach. An zwei Punkten nördlich dieses Dorfes wurde eine grosse Anzahl meist vorzüglich erhaltener unverdrückter Steinkerne gewonnen. Der erste, schon vor längeren Jahren von Herrn Professor Kayser entdeckte Fundpunkt liegt (s. Messtischblatt Gladenbach) an dem kleinen Hohlwege, welcher ungefähr 1 km nördlich Rossbach von dem Verbindungswege zwischen diesem Orte und Oberweidbach zur Rechten abzweigt. Das zweite Vorkommen befindet sich an dem Waldwege, welcher nördlich der Höhe 411,7 bei Rossbach zunächst in genau westlicher, dann in nordwestlicher Richtung verläuft, ungefähr in der Verlängerung des Rückens der Höhe 451,3. Ich fand hier die versteinerungsführende Schicht dadurch, dass ich beobachtet hatte, dass dieselbe am erstgenannten Fundpunkte an der Grenze einer Grauwackenbank gegen die überlagernden Grauwackenschiefer auftritt. Leider erwies sich in beiden Fällen die versteinerungsführende Schicht nur als eine Linse von ca. 20 cm grösster Dicke und 1½ m grösstem Durchmesser, so dass die Ausbeutung, welche durch den steilen Schichteneinfall sehr erschwert wurde, bald ein Ende hatte. Allerdings bargen die Linsen einen Reichthum an Versteinerungen, wie man ihn selten wiederfinden wird. Es gelang mir zwar noch an einigen anderen Stellen

Digitized by Google

in der beschriebenen Weise Versteinerungsvorkommen festzustellen; dieselben erwiesen sich aber, mit Ausnahme eines einzigen, für die Ausbeutung als unwichtig. Es ist deshalb augenblicklich die Versteinerungsgewinnung der Gegend von Rossbach so gut wie erschöpft.

Ob innerhalb der eigentlichen Obercoblenzstufe noch eine weitere Horizontirung möglich ist, lasse ich dahingestellt. Es ist sehr auffällig, wie die Höhen 420,6 und 412,2 (Hauskopf) durch einen weit hineinreichenden Wiesengrund längs des Weges, der von Rossbach zur Giessen—Gladenbacher Strasse führt, von dem Höhenzug der eigentlichen Alten Berge getrennt bleiben. Am Südwesthange der Höhe 420,6, wenig unterhalb des höchsten Punktes, befindet sich ein grosser Steinbruch, dessen tiefste Lagen aus groben Bänken einer unverwittert sehr harten blaugrauen, kalkigen Grauwacke bestehen. Diese hat als besonders charakteristische Versteinerungen eine Anzahl grosser Grammysien, darunter besonders *Grammysia obscura* Beush. und einen *Homalonotus gigas* A. R. geliefert. Wenn wir hiermit das von Ludwig l. c. p. 41 aus dem sogen. „Spiriferenkalkstein" des Hauskopfes angegebene Versteinerungsverzeichniss (*Homalonotus crassicauda* und *Grammysia ovata* Sandb.) vergleichen[1], so drängt sich der Gedanke auf, dass in dem isolirten Höhenzuge ein tieferes Niveau der Obercoblenzschichten vertreten sein könnte, und dass das oben erwähnte Wiesenthal eine Überschiebungslinie darstellt, an welcher die Höhen 420,6 und 412,2 auf die eigentlichen Alten Berge, wo die tieferen Schichten nicht beobachtet sind, geschoben wurden. Ferner liegt die Vermuthung nahe, dass unsere kalkige Grauwacke ein Aequivalent der „Hohenrheiner Stufe" Maurer's bilde, aus welcher dieser u. a. „*Homalonotus gigas* und *Grammysia hamiltonensis* var. *abbreviata* Sandb." anführt[2]. Das Gestein stimmt, wie ich mich an der Hohenrheiner Hütte selbst überzeugte, gut mit dem unseren überein. Trotzdem erscheint es mir sehr frag-

[1] Klipstein führt l. c. p. 248 an, dass „*Homalonotus Knightii* und *Grammysia hamiltonensis* de V." fast auf den dem Spiriferensandstein unterlagerten kalkigen Grauwackenschiefer beschränkt sei.

[2] Die Fauna des rechtsrheinischen Unterdevons, p. 35 ff. Letztere Bestimmung kann leicht auf *Grammysia obscura* zurückgeführt werden.

Digitized by Google

lich, ob man berechtigt ist, eine besondere Hohenrheiner Stufe abzugrenzen.

Wir kommen nun zu den beiden obengenannten Vorkommen von Rossbach. Während der Fundpunkt an dem kleinen Hohlwege im Wesentlichen Zweischaler (besonders häufig sind die Nuculiden: *Cucullella, Nucula, Nuculana, Ctenodonta*) geliefert hat, zeichnete sich der andere durch eine Fülle vorzüglich erhaltener Brachiopoden aus (*Orthis hysterita, Spirifer paradoxus, Megalanteris Archiaci, Stropheodonta explanata* etc.). Es handelt sich natürlich hier nur um den bekannten Wechsel von Zweischaler führenden Bänken mit solchen ohne dieselben, wie er am Rheine überall beobachtet wird. Ebenso ist die Zusammensetzung der Fauna von Rossbach der rheinischen ganz analog. Für die bemerkenswerthe Annäherung unserer Fauna an die des Oberharzer Spiriferensandsteins fällt in erster Linie ins Gewicht das Vorkommen von *Prosocoelus vetustus* Roem. sp., welcher Zweischaler bislang nur aus dem Quarzitsandstein der Schalke (Coblenzquarzit), sowie vom Kahleberge und Bocksberge bekannt war[1]. Eine zweite Analogie liegt in dem Erscheinen von (leider nicht bestimmbaren) Cypricardellen, welche aus dem rheinischen Schiefergebirge im Unterdevon nicht höher als bis zu den Untercoblenzschichten bekannt sind, dagegen vom Oberharze aus dem Coblenzquarzit der Schalke von Beushausen angeführt werden[2]. Von diesen Formen haben sich bei Altenvers H. und Rossbach I einige Exemplare gefunden[3]. Eine fernere bemerkenswerthe Ähnlichkeit mit dem Harze bildet das Auftreten von *Myophoria peregrina* Beush., welche sich durch ihre aussergewöhnliche Breite der Harzer *M. carinata* Roem. sp. nähert. Beushausen giebt (Oberh. Spiriferensandstein p. 104) für diese das Verhältniss $\frac{\text{Breite}}{\text{Höhe}} = \frac{24}{8{,}5}$ mm = 2,8 an, während es bei der rheinischen *M. peregrina* $\frac{18 \text{ bis } 20}{9 \text{ bis } 12}$ mm = 2 bis 1,7

[1] Beushausen, Beiträge zur Kenntniss des Oberharzer Spiriferensandsteins. Abh. z. geol. Spec.-Karte von Preussen. 6. Heft 1 p. 111.

[2] Vergl. Beushausen, Das Devon des nördlichen Oberharz. Abh. preuss. geol. Landesanst. N. F. Heft 30 p. 49, 68, 76.

[3] In der Fossilliste p. 69 sind die bislang nur aus dem Harze bekannten Arten gesperrt gedruckt.

Digitized by Google

beträgt. Unsere ungewöhnlich breite Form zeigt gleichfalls letzteres Verhältniss, ist also eine echte *M. peregrina*, wird jedoch 29 mm breit, welche Ausdehnung die rheinische niemals erreicht.

Was die Haliseritenschiefer-ähnlichen Schichten von Altenvers anbelangt, so erweisen dieselben sich durch ihre Fauna als zur Obercoblenzstufe gehörig; sie stellen, wie oben schon erwähnt wurde, die „Tangfacies" dieses Niveaus dar. Hervorzuheben ist ihr Reichthum an Pflanzenresten und Crinoiden. Sehr verbreitete Fossilien sind ferner: *Pleurotomaria striata* Goldf. sowie *Rhynchonella Dannenbergi* Kays. Leider sind diese Formen fast alle stark verdrückt, so dass eine sichere Bestimmung nicht immer möglich ist.

Rossbach II.

Wenn man von Oberweidbach nach Rossbach geht und den Waldrand oberhalb des letztgenannten Ortes verlässt, kommt man aus Grauwacken und Grauwackenschiefern, welche in der Nähe des Waldes in einem kleinen Steinbruche aufgeschlossen sind, bald in das Niveau der Kieselgallenschiefer, die in nächster Nähe von Rossbach eine beachtenswerthe Fauna geliefert haben. Die Gewinnung der Versteinerungen ist wegen ihrer Seltenheit und der grossen Härte der Kieselgallen sehr mühevoll.

Was nun die Verbreitung des durch sie gekennzeichneten Horizontes anbelangt, so wissen wir, dass derselbe nicht nur allenthalben im rheinischen Schiefergebirge, sondern auch im Kellerwalde und im Harze vorkommt, von wo Beushausen und Koch eine kleine Fauna beschrieben haben[1]. In der Gegend von Coblenz, wo die Kieselgallen sehr gut z. B. am sogen. schwarzen Kreuze oberhalb Niederlahnstein ausgebildet sind, gelang es mir infolge der Seltenheit von Versteinerungen sowie der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit nicht, bezeichnende Formen nachzuweisen, so dass es weiteren Untersuchungen überlassen bleiben muss festzustellen, inwieweit

[1] L. Beushausen und M. Koch, Mittheilungen über Aufnahmen auf Blatt Riefensbeck im Ablagerungsgebiet des Bruchbergquarzits und der Siebergrauwacke. Jahrb. preuss. geol. Landesanst. 1898. p. XXXVIII.

Digitized by Google

eine Übereinstimmung der Faunen aus den verschiedenen Gebieten besteht.

Meine Beobachtungen über die hangenden Unterdevonschichten der von mir untersuchten Gegend haben mich zu der Überzeugung geführt, dass diese von Frech unter dem Namen „Oberste Coblenzschichten" zusammengefasste Schichtenreihe noch einer weiteren Gliederung fähig ist. Es ist mir nämlich aufgefallen, dass das Hauptleitfossil der oberen Coblenzschichten, *Spirifer paradoxus*, nur in einem Theil der hierher gehörigen Schichten vorhanden ist, so ausser in den Kieselgallen noch typisch an der Papiermühle bei Haiger (Marburger Sammlung), den Schiefern am Ausgange des Rupbachthales (Grube Schöne Aussicht), sowie in den Schiefern von Niedererbach bei Hadamar. In den Schiefern von Wingeshausen bei Berleburg, der Gegend von Olpe in Westfalen und bei Olkenbach an der Mosel, sowie in den Rotheisensteinen der Eifel dagegen scheint nach allen bisherigen Beobachtungen diese wichtige Leitform schon gänzlich zu fehlen; ebenso ist dies in Beushausen's „Schichten mit *Sp. speciosus*" der Fall. Es liegt daher nahe anzunehmen, dass alle zuletzt genannten Schichten einem jüngeren Horizont angehören, den ich als den eigentlichen Übergangshorizont vom Unter- zum Mitteldevon auffassen möchte. Die Schichten der zuerst genannten Örtlichkeiten, an denen *Sp. paradoxus* noch vorkommt, fallen dagegen einem tieferen Horizont zu, für den ich den Namen Haiger-Schichten vorschlagen möchte. Diesen Schichten würde auch unser Kieselgallenhorizont angehören. Mitteldevonische Formen sind darin noch selten; sie beschränken sich auf *Buchiola* cf. *digitata* A. Roem. sp. und *Orthis striatula* Schloth., während *Spirifer speciosus* noch fehlt.

Was nun den allgemeinen Charakter der Fauna der Kieselgallen anbelangt, so spricht der Reichthum an Orthoceren sowie das Auftreten von kleinen, dünnschaligen Cardioliden für einen Übergang zu den mehr pelagischen Absätzen der Wissenbacher oder der Tentaculiten-Schiefer. Die erstgenannten Formen wurden überall, wo unsere Schichten vorkommen, gefunden und bilden bei Abwesenheit von sonstigen Fossilien, so z. B. am Westabhange des Hemmerichs, oft die einzigen

Digitized by Google

Reste. Wie in den Grauwackenschichten, so sind auch in den Kieselgallenschichten Nuculiden sehr verbreitet. Von eigenthümlichen Formen verdienen erwähnt zu werden zwei Ostracodenarten, welche jedenfalls verwandt sind mit den beiden von Sandberger[1] aus den Coblenzschichten von Offdilln im Dillenburgischen angeführten und von R. Jones beschriebenen[2] Arten, ferner zwei Hyolithen, welche aber von Altenvers stammen. Die in der Grauwacke von Rossbach, sowie auch der Coblenzer Gegend nicht seltene *Orthis tectiformis* n. sp. kommt auch höher hinauf vor und findet sich in den Kieselgallen und bei Haiger, während *O. triangularis* auf diesen Horizont beschränkt zu sein scheint.

Von anderen, jedoch weit weniger wichtigen Versteinerungsfundpunkten im Bereiche der Kieselgallenschiefer seien die Nordostecke des Dreisberges am Wege Rolshausen—Mornshausen, sowie der Weg Altenvers—Lohra von erstgenanntem Orte bis zur Waldgrenze genannt.

III. Palaeontologischer Theil.

Pisces.

1. *Dilophaspis lata* Traquair.

Ein sehr interessanter Fischrest liegt mir aus den Kieselgallen von Rossbach vor. Herr Prof. Kayser erkannte seine Verwandtschaft mit der Cephalaspidengattung *Cyathaspis*, die im deutschen Devon, ja vielleicht im Devon überhaupt, noch nicht bekannt war. Der bekannte Forscher über palaeozoische Fische, Herr Dr. Traquair in Edinburg, hatte die Güte, mir eine Notiz hierüber mitzutheilen[3], welche ich hier abdrucken lasse: „Der Zuvorkommenheit des Herrn Prof. Kayser in Marburg verdanke ich die Gelegenheit, einen recht gut erhaltenen Fischrest aus dem Unterdevon von Rossbach bei Gladenbach in der Nähe von Marburg untersuchen und be-

[1] Über die Entwickelung der unteren Abtheilung des devonischen Systems in Nassau, p. 33. Wiesbaden 1889.

[2] Notes on the Palaeoz. Bivalv. Entom. Annals and Mag. of Nat. Hist. (6.) 15. Januar 1895. p. 65.

[3] Herr Dr. Traquair wird an einer anderen Stelle eine genauere Beschreibung geben.

Digitized by Google

schreiben zu können. Das Stück ist in einer Kieselgalle eingeschlossen und stellt den grössten Theil des Rückenschildes eines Cyathaspiden dar, hinten durch den Rand der Galle schräg abgestutzt, während vorn das Rostrum nur an der Gegenplatte theilweise erhalten ist. Die Abgrenzung der Seitenplatte von der Mittelplatte wird jederseits durch eine starke Kante bezeichnet, die ungefähr 15 mm hinter der vorderen Grenze des Schildes anfängt. An der Gegenplatte wird durch zwei zufällige Bruchflächen ersichtlich, dass jede von diesen beiden Kanten sich zu einer ansehnlichen Längscrista erhebt, was sonst bei *Cyathaspis*-Arten noch nicht beobachtet worden ist. Die Oberfläche zeigt die bekannte runzelige Zeichnung; nur infolge der Abwesenheit der äussersten Schalenschicht stehen die Runzeln nicht convex hervor, sehen im Gegentheil etwas ausgehöhlt aus und sind durch zarte erhabene Linien von einander getrennt. Die Länge des Exemplars beträgt 35 mm, die grösste Breite ebenfalls 35 mm; indes ist zu bemerken, dass die ursprüngliche Länge des Schildes in unversehrtem Zustande etwas grösser gewesen sein muss.

Da der Besitz der ganz eigenthümlichen Cristae die Aufstellung eines neuen Genus verlangt, schlage ich für den interessanten neuen Fund den Namen *Dilophaspis lata* vor."

Andere, nur schlecht erhaltene und unbestimmbare Fischreste liegen vor von Rolshausen, dem Untercoblenz von Herbornseelbach[1], sowie von Rossbach II.

Trilobitae.

2. *Cryphaeus laciniatus* F. R. sp.

Cryphaeus laciniatus KAYSER, Hauptquarzit (Abh. preuss. geol. Landesanst. N. F. Heft 1) p. 88. Taf. XXIV Fig. 1—8, 9(?), 10(?).

Diese Art, und zwar weit häufiger in Schwanz- als in Kopfstücken, liegt von Herbornseelbach, Rossbach I und II und anderen Fundpunkten vor.

---

[1] Dieselben sind den von DREVERMANN (Die Fauna der Untercoblenzschichten von Oberstadtfeld. Palaeontographica. 49. p. 117) angeführten sehr ähnlich.

Digitized by Google

3. *Cryphaeus* cf. *laciniatus* F. R. sp. — Taf. I Fig. 1.

Bei Rossbach I hat sich ein leider unvollständiger Abdruck eines *Cryphaeus* gefunden, der sich von dem Typus der Art durch die grobe, auf dem ersten und zweiten Segmente der Glabella besonders deutlich hervortretende Körnelung unterscheidet und dadurch zu der folgenden Art in Beziehung tritt. Auf den grossen, halbmondförmigen, erheblich über das Niveau der Glabella hervorragenden Augenhöckern zählt man 27 Verticalreihen von höchstens 10 Linsen. Die Länge der Hörner beträgt nicht die Hälfte von der des ganzen Kopfschildes. Die übrigen Charaktere stimmen, soweit man das nach unserem Bruchstücke beurtheilen kann, mit denen von *Cryphaeus laciniatus* F. R. sp. überein.

4. *Cryphaeus Lethaeae* Kays. — Taf. I Fig. 2.

Cryphaeus Lethaeae Kayser, Hauptquarzit. p. 86. Taf. XI Fig. 3, 5, 6 u. Taf. XXIII Fig. 7—9.

Aus den Gallenschichten von Rossbach liegt ein gut erhaltener Kopf dieses Trilobiten vor, der mit Ausnahme der verloren gegangenen Hörner alle von Kayser (l. c. p. 88 ff.) angegebenen Merkmale zeigt. Besonders hervorzuheben sind der spitz parabolische Umriss des Stirnrandes, die schnell nach vorn sich verbreiternde Glabella und die drei gleich starken Seitenfurchen, von denen die erste schwach nach vorn gebogen ist. Ausserdem ergiebt der Vergleich mit einem von Herrn Prof. Kayser selbst als *Cryphaeus Lethaeae* bestimmten Exemplare von Daleiden in der hiesigen Sammlung die Richtigkeit meiner Bestimmung.

Das Vorhandensein des *Cryphaeus Lethaeae* bei Rossbach bildet eine erwünschte Brücke zwischen den bis jetzt allein bekannt gewesenen, räumlich weit getrennten Fundpunkten der Art bei Daleiden in der Eifel und Mägdesprung im Harze.

5. *Cryphaeus* n. sp. — Taf. I Fig. 3.

Drevermann (Oberstadtfeld, Palaeontographica, Bd. XLIX p. 74) erwähnt einen *Cryphaeus*, den er wegen der groben Körnelung der Glabella mit dem Subgenus *Malladaia* Oehlert in Verbindung bringt.

Digitized by Google

Ich habe bei Rolshausen ein Kopfschild eines *Cryphaeus* gefunden, der jedenfalls mit dem von Oehlert abgebildeten verwandt sein muss. Das am meisten hervortretende Merkmal ist auch hier die grobe Körnelung der Glabella. Leider sind die Wangen fast ganz zerstört; doch scheinen die Augen kleiner und nicht so weit von der Glabella entfernt zu sein wie bei dem Exemplare von Oberstadtfeld. Die Seitenfurchen der Glabella nehmen schnell an Länge ab, was Oehlert als Kennzeichen des Subgenus *Malladaia* anführt (Bull. Soc. Géol. France. Sér. III Bd. XXIV p. 842. Taf. XXVI Fig. 16—23).

6. *Homalonotus armatus* Burm.

Homalonotus armatus Koch, Homalonoten (Abh. z. geol. Spec.-Karte v. Preussen etc. 4. Heft 2). p. 12. Taf. I Fig. 1—6.

Ein Wangenstück eines zu dieser Art gehörigen Trilobiten stammt aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach.

7. *Homalonotus crassicauda* Sandb.

Homalonotus crassicauda Koch, Homalonoten. p. 39. Taf. V Fig. 1—5.

Von Rossbach I und aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach (?) liegt je ein Exemplar vor. Das Stück vom erstgenannten Fundpunkte ist zum grossen Theile mit Schale erhalten, welche eine ziemlich grobe Körnelung zeigt, während der Steinkern mit Grübchen bedeckt ist, zwischen welchen eine feine Punktirung auftritt. Koch beschreibt diese Sculptur, hatte jedoch anscheinend kein Schalenexemplar zur Hand. Er sah infolgedessen die Grübchensculptur für die der Schale an und behauptete vom Steinkerne, er zeige keine Sculptur, was ja bei den abgerollten Stücken von Daleiden auch nicht der Fall ist.

8. *Homalonotus gigas* A. Roem.

Homalonotus gigas Beushausen, Oberharzer Spiriferensandstein (Abh. z. geol. Spec.-Karte. 6. Heft 1). p. 38. Taf. I Fig. 1—3.

Aus der p. 18 erwähnten Grauwacke der Höhe 420,6 nördlich Wilsbach liegt ein Pygidium eines jugendlichen Trilobiten vor, den ich wegen seiner Ähnlichkeit mit dem von Beushausen l. c. Fig. 2 abgebildeten jugendlichen Exemplare zu der genannten Art rechne.

Digitized by Google

9. *Homalonotus* sp. div.

Aus den verschiedensten Horizonten vom Untercoblenz bis zu den Gallenschichten des Obercoblenz liegen zahlreiche unbestimmbare Reste von Homalonoten vor.

10. *Lichas* cf. *Haueri* Barr. — Taf. I Fig. 4.

Lichas Haueri Barr., Syst. Sil. 1. p. 604. Taf. XXVIII Fig. 39—44.

„ „ Maurer, Der Kalk bei Greifenstein (dies. Jahrb. 1881. Beil.-Bd. I). p. 21. Taf. I Fig. 20.

„ „ Novák, Vergleichende Studien an einigen Trilobiten aus dem Hercyn von Bicken, Wildungen, Greifenstein und Böhmen (Palaeontol. Abh. v. Dames & Kays. 5. N. F. 1). p. 29 (121). Taf. II (XX) Fig. 10.

Von Rolshausen liegt ein Kopfschild eines Trilobiten vor, der mit der Barrande'schen Art sicher nahe verwandt ist. Die unregelmässig und grob gekörnelte Glabella hat dieselbe Gestalt, die Barrande's Fig. 39 (l. c. Taf. XXVIII) zeigt. Die Dorsalfurchen verlaufen bis an den Stirnrand vollkommen parallel, um dort allmählich nach den Wangen zu auszubiegen. Die über die letzteren sich wenig erhebende Glabella bildet im Querschnitt senkrecht zu den Dorsalfurchen „einen abgeplatteten Bogen". Von dem linken Auge sind nur Spuren erhalten. Der der Glabella anliegende obere bezw. vordere Theil der Wangen zeigt ungefähr in der Mitte der Glabella eine schwache Einbiegung. Im Übrigen ist die Erhaltung des Stückes eine derartig schlechte, dass eine genauere Beschreibung nicht möglich ist.

11. *Phacops* sp.

Von Rossbach II liegt das Pygidium eines *Phacops* vor, das wegen seiner schlechten Erhaltung leider eine genauere Bestimmung nicht erlaubt. Die Pleuren scheinen gefurcht zu sein.

Ostracoda.

12. *Beyrichia strictisulcata* (Sandb.) R. Jones?

Beyrichia strictisulcata R. Jones, Notes on the Palaeoz. Bivalv. Entom. — No. XXXI*. Some Dev. Spec. (Annals and Magaz. of Nat. Hist. (6.) 15. Januar 1895). p. 65. Taf. VII Fig. 11.

Zwei Exemplare von Rossbach II liegen vor. An Grösse übertreffen beide die von Jones gegebenen Ausmaasse. Das

Digitized by Google

grössere ist 2 mm lang und 1 mm hoch. Die drei Wülste sind ungefähr gleich stark und parallel und stehen in gleichen Abständen von einander.

13. *Bollia varians* (Sandb.) R. Jones?

Bollia varians Jones, l. c. p. 65. Taf. VII Fig. 8—10.

Ein Exemplar eines Ostracoden, den ich hierher stellen möchte, fand ich in den Gallenschichten von Rossbach. Dasselbe ist 3 mm lang und 1,5 mm hoch. Das dorsale Ende des inneren Hufeisens bildet einen Knopf, wie bei den citirten Figuren 8 und 10. Wie bei der ersten Abbildung, so verschwindet auch an unserem Stücke der ventrale Theil des äusseren, weit geöffneten Wulstes.

Cephalopoda.

14. *Orthoceras* sp. div.

Bruchstücke von Orthoceren kommen allenthalben in unseren Schichten vor. Ihre Hauptverbreitung haben sie in den Gallenschichten, wo sie überall zu den häufigsten Fossilien zählen und bisweilen die einzigen Versteinerungsreste bilden (s. p. 29). Ihr Erhaltungszustand ist jedoch stets so schlecht, dass eine genauere Bestimmung unmöglich ist.

Lamellibranchiata.

15. *Aviculopecten Jugleri* A. Roem. sp.

Aviculopecten Jugleri Frech, Devonische Aviculiden (Abh. z. geol. Spec.-Karte. 9. Heft 3). p. 18. Taf. XVII Fig. 2 u. p. 162.

Ein bei Rolshausen gefundener Abdruck dieser Art zeigt gut die von Beushausen (Oberharzer Spiriferensandstein[1] p. 55. Taf. II Fig. 9) angegebenen Merkmale. Die Flügel sind mit gröberen Radialrippen und feineren concentrischen Anwachsstreifen bedeckt. Unser Exemplar ist 54 mm breit und 41 mm hoch, zeigt also ungefähr das gleiche Verhältniss (9 : 7) wie Beushausen es angiebt. Die Anzahl der Rippen ist bei dem vorliegenden Stücke nahezu die gleiche, wie bei dem l. c. abgebildeten. Sie theilen sich ungefähr in der Mitte zwischen Schloss- und Stirnrand.

[1] Im Folgenden abgekürzt: Beushausen I.

Digitized by Google

Es ist interessant, dass diese Art, welche bislang nur aus dem Spiriferensandstein des Oberharzes und den Obercoblenzschichten von Mürlenbach bei Gerolstein bekannt war, sich nun auch in unserem Gebiete gefunden hat.

16. *Avicula crenato-lamellosa* Sandb. em. Frech.

Avicula crenato-lamellosa Frech, Devonische Aviculiden. p. 49. Taf. IV Fig. 5—5c.

Bei Rolshausen, jedoch nicht so häufig wie die folgende Art. Ferner bei Altenvers H.

17. *Avicula crenato-lamellosa* Sandb. var. *pseudolaevis* Oehlert.

Avicula crenato-lamellosa Frech, Devonische Aviculiden. p. 51. Taf. IV Fig. 13—13b.

Ungemein verbreitet bei Rolshausen, in Gemeinschaft mit der vorigen Art nicht selten bei Rossbach I und II.

18. *Limoptera semiradiata* Frech.

Limoptera semiradiata Frech, Devonische Aviculiden. p. 65. Taf. V Fig. 1—3, 5—8.

Von dieser meiner Meinung nach schwer von der folgenden zu trennenden Art[1] liegt mir nur ein zweifelhaftes Stück aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach vor.

19. *Limoptera bifida* Sandb. sp.

Limoptera bifida Frech, Devonische Aviculiden. p. 64. Taf. VI Fig. 2—2b.

Auf das nicht seltene Vorkommen dieser Art bei Rolshausen macht Drevermann (l. c. p. 79) aufmerksam.

20. *Pterinea costata* Goldf.

Pterinea costata Frech, Devonische Aviculiden. p. 81. Taf. VIII Fig. 2 u. Taf. IX Fig. 4—8.

Im Gegensatz zu ihrer sonstigen verhältnissmässigen Seltenheit im Obercoblenz ist diese Art bei Rossbach I häufig. Es ist mir gelungen, dort ein zweiklappiges, wenngleich ziemlich schlecht erhaltenes Exemplar zu finden. Dasselbe zeigt, dass die rechte Klappe concav ist und eine wenig ausgeprägte

[1] Vergl. Drevermann l. c. p. 79.

Digitized by Google

concentrische Sculptur besitzt. Es scheinen drei Schlosszähne vorhanden zu sein, während von Seitenzähnen nichts zu bemerken ist.

Die Art kommt ausser bei Rolshausen auch im Untercoblenz von Herbornseelbach vor.

Ich vermuthe, dass ein Theil der Stücke von letzterem Fundpunkte mit der von der typischen *Pterinea costata* vielleicht als mut. n.[1] abzutrennenden Form der Siegener Grauwacke ident ist; jedoch reicht mein Material nicht aus, um hierüber eine endgültige Meinung auszusprechen.

21. *Pterinea lineata* Goldf.

Pterinea lineata Sandb., Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. p. 291. Taf. XXX Fig. 5, 5a, 5b (Copien nach Goldfuss).

„ *elongata* Goldf., Sandb. l. c. p. 291. Taf. XXX Fig. 4, 4a (Copien nach Goldfuss).

„ *plana* Goldf., Sandb. l. c. p. 290. Taf. XXX Fig. 3, 3a (Copie nach Goldfuss).

„ *lineata* Follmann, Über devonische Aviculiden. p. 185. Taf. III Fig. 2, 2a.

„ *lineata* Frech, Devonische Aviculiden. p. 89. Taf. IX Fig. 17—19a.

Diese Art, deren linke Klappe radial gerippt ist (vergl. Sandberger l. c. Fig. 5), während auf der rechten Klappe nur der hintere Flügel mit feinen radialen Streifen bedeckt ist (vergl. Sandberger l. c. Fig. 3), kommt bei Rossbach I häufig, ausserdem auch bei Weipoltshausen und Rolshausen (?) vor.

22. *Gosseletia truncata* F. Roem. sp.

Gosseletia truncata Frech, Devonische Aviculiden. p. 119. Taf. XII Fig. 2—4a.

Die genaue Bestimmung dieser und der folgenden Art ist in unserem Falle nicht leicht. Meist sind nämlich die Muscheln in zweiklappigen Exemplaren erhalten, die keine Beobachtung des Zahnbaues gestatten. Ferner ist man wegen der starken Verdickung der Schale in der Nähe des Schlosses leicht geneigt, den Winkel zwischen Vorder- und Schlossrand am Steinkerne einem rechten Winkel als näher kommend an-

[1] = *Pterinea Paillettei* Follmann (non Verneuil?), Über devonische Aviculiden. p. 190. Taf. V Fig. 1.

Digitized by Google

zunehmen, als es thatsächlich der Fall ist; und da die mehr oder weniger schief gezogene Gestalt ein wichtiges Unterscheidungsmittel der Gruppe der *Gosseletia truncata* bildet, so ergiebt sich hieraus eine neue Schwierigkeit.

Gosseletia truncata hat sich bei Rolshausen und Rossbach I mehrfach gefunden.

23. *Gosseletia angulosa* Frech.

Gosseletia angulosa Frech, Devonische Aviculiden. p. 120. Taf. XII Fig. 1—1 C.

Zwei Exemplare dieser Art stammen von Rossbach I.

24. *Modiola lodanensis* Beush.

Modiola lodanensis Beush., Die Lamellibranchiaten des rheinischen Devon[1]. (Abh. preuss. geol. Landesanst. N. F. Heft 17). p. 11. Taf. I Fig. 1, 2.

Auf das Vorkommen dieser Art in der Grauwacke von Rossbach macht schon Beushausen l. c. aufmerksam.

25. *Modiola antiqua* Goldf. sp.

Modiola antiqua Beush. II. p. 10. Taf. I Fig. 3—6.

Auch diese Art führt Beushausen l. c. von Rossbach an, während ich sie von dort nicht kenne, sondern sie nur in einigen allerdings nicht sicher bestimmbaren Exemplaren bei Altenvers H. gefunden habe.

26. *Modiomorpha modiola* Beush.

Modiomorpha modiola Beush. II. p. 22. Taf. II Fig. 1—5.

Findet sich bei Rossbach I, Altenvers H. und Rolshausen nicht selten.

27. *Modiomorpha Follmanni* Beush.?

Modiomorpha Follmanni Beush. II. p. 28. Taf. III Fig. 2 (non 1).

In einigen zweifelhaften Exemplaren von Altenvers H. vorliegend.

28. *Nucula confluentina* Beush. — Taf. I Fig. 5, 5 a.

Nucula confluentina Beush. II. p. 49. Taf. IV Fig. 8.

Diese Art ist bei Rossbach I und II sehr häufig und gestattet infolge ihrer guten Erhaltung eine sichere Bestim-

[1] Im Folgenden abgekürzt: Beushausen II.

Digitized by Google

mung. Die Zahl der vorderen Schlosszähne beträgt durchschnittlich 4, während hinter dem Wirbel gewöhnlich 7 oder 8 entwickelt sind. Die Wölbung der Schale ist gering.

Neben diesen flacheren kommen bei Rossbach I und II Formen vor (Taf. I Fig. 5), welche einen Übergang zu *Nucula cornuta* Sandb. aus dem Mitteldevon zu bilden scheinen. Auf die Ähnlichkeit dieser Arten hat Beushausen (l. c. p. 49) hingewiesen. Die Übergangsform ist zunächst stärker gewölbt, ferner sind die Muskeleindrücke schärfer und etwas vom Schlossrande auf die Schale verschoben. Der Vorderrand fällt weniger steil ab wie bei *Nucula confluentina*, und auch der Wirbel ist nicht so spitz hervorragend wie bei dieser.

29. *Nuculana securiformis* Goldf. sp.

Nuculana securiformis Beush. II. p. 59. Taf. IV Fig. 26—28.

Kommt bei Rossbach I und II nicht selten vor.

30. *Ctenodonta prisca* Goldf. sp.

Ctenodonta prisca Beush. II. p. 71. Taf. VI Fig. 8.

Diese Art, deren nahe Verwandtschaft mit der folgenden Beushausen II. p. 72 hervorhebt, kommt in der Grauwacke von Rossbach häufig vor.

31. *Ctenodonta* cf. *Krotonis* A. Roem. sp. — Taf. I Fig. 6 u. 7.

Es liegen einige interessante Steinkerne aus der Grauwacke von Rossbach vor. Die Form steht entschieden *Ctenodonta Krotonis* A. Roem. sp. (Beushausen II. p. 72. Taf. V Fig. 24, 25) näher als *Ct. prisca* Goldf. sp., wenngleich eine Trennung von dieser manchmal schwierig ist. Der Unterrand ist geschwungen und das Hinterende der Schale nicht so spitz ausgezogen als bei *Ct. prisca*. Eine deutliche Schwiele vor dem hinteren Muskeleindruck fehlt. Der Wirbel ist gerundet, vor demselben zählt man 8—9, dahinter ungefähr 30 Schlosszähne. Die Gestalt der Muskeleindrücke ist die von Beushausen l. c. p. 72 angegebene.

32. *Ctenodonta* sp. aff. *Roemeri* Beush.

Ctenodonta sp. aff. *Roemeri* Beush. II. p. 74. Taf. VIII Fig. 2.

Da nur ein einziger Steinkern aus der Grauwacke von Rossbach vorliegt, so kann ich ihn nur unter dieser vor-

Digitized by Google

läufigen Benennung aufführen. Er scheint ident zu sein mit der von Beushausen abgebildeten Form von Oberlahnstein.

33. *Ctenodonta Maureri* Beush. var. *varicosa* Beush.

Ctenodonta Maureri Beush. II. p. 85. Taf. VII Fig. 21, 28.

Diese Varietät kommt neben anderen, nicht näher zu bestimmenden im Untercoblenz von Herbornseelbach vor.

34. *Cucullella truncata* Stein. sp.

Cucullella truncata Beush. II. p. 101. Taf. V Fig. 4–7.

Bei Rossbach I und II verbreitet, tritt diese Art als Seltenheit auch bei Rolshausen auf.

35. *Cucullella* cf. *triquetra* Conr.

Cucullella cf. *triquetra* Beush. II. p. 102. Taf. V Fig. 2, 3.

Diese Art kommt an den gleichen Fundpunkten vor wie die vorige, ist aber, wenn das Schloss nicht erhalten ist, schwer von ihr zu trennen, da an Steinkernen Schalencharaktere wie scharfe Kante u. dergl. sich leicht verwischen.

36. *Cucullella elliptica* Maurer.

Cucullella elliptica Beush. II. p. 104. Taf. V Fig. 9—15.

Bei Rolshausen ist diese Art nicht selten und liegt ausserdem in einem Exemplare aus den Gallenschichten von Rossbach vor.

37. *Cucullella* cf. *oblongata* Conr. sp. — Taf. I Fig. 8.

Nuculites oblongatus Conr. bei Hall, Pal. N. Y. 5. Theil I p. 324. Taf. XLVII Fig. 1—12.

Beushausen giebt (l. c. p. 105) an, dass *Cucullella elliptica* Maurer in höheren amerikanischen Devonschichten (Hamilton group) eine ganz nahe verwandte Art habe, nämlich *C. oblongata* Conr. Auch mir liegen einige Exemplare von Rossbach II (und I?) vor, die sich durch aussergewöhnliche Länge auszeichnen und dadurch der amerikanischen Art nahe verwandt oder vielleicht ident sind. Während bei *C. elliptica* Maurer das Verhältniss der Länge zur Höhe der Muschel im äussersten Falle 2 : 1 ist, beträgt es bei der vorliegenden Form 2,5 bis 2,75 : 1 (s. Hall, l. c. p. 324). Leider sind

Digitized by Google

die Schlosszähne an keinem unserer Exemplare erhalten, so dass ich nicht entscheiden kann, ob ihr Bau mit dem der amerikanischen Art übereinstimmt. Dagegen hat der hintere Adductor dieselbe bohnenförmige Gestalt wie bei der letzteren, und vor demselben scheint sich keine Schwiele zu befinden.

Es besteht also hier dasselbe Verhältniss wie bei *C. triquetra* Conr. Auch hier wäre (die Richtigkeit der Beobachtung Hall's vorausgesetzt) nur noch nachzuweisen, dass die vorderen und hinteren Schlosszähne unter dem Wirbel nicht zusammenstossen, bezw. letztere über erstere sich hinwegschieben, sondern miteinander verschmelzen. Ich möchte mich jedoch der von Beushausen (l. c. p. 103) ausgesprochenen Vermuthung anschliessen, dass die Übereinanderschiebung der beiden Zahnreihen Hall entgangen ist.

38. *Myophoria circularis* Beush.

Myophoria circularis Beush. II. p. 118. Taf. X Fig. 12—14.

Ist in der Grauwacke von Rossbach nicht selten.

39. *Myophoria Roemeri* Beush.? — Taf. I Fig. 9.

Myophoria Roemeri Beush. II. p. 124. Taf. IX Fig. 1—5.

Es liegen einige verhältnissmässig gut erhaltene Steinkerne dieser Art von Rolshausen vor. Der äussere Umriss sowie die Form der Schale stimmen gut mit den bei Beushausen abgebildeten Exemplaren aus dem Coblenzquarzit überein. Dagegen kann ich nicht entscheiden, ob die Furchung auf der Unterseite des Mittelzahns der linken Klappe durch die ungünstige Erhaltung verloren gegangen ist oder ob sie überhaupt bei unserer Art fehlt. Die Bestimmung ist deshalb nicht ganz sicher.

40. *Myophoria peregrina* Beush. — Taf. I Fig. 10.

Myophoria peregrina Beush. II. p. 128. Taf. IX Fig. 15, 16.

Die Art tritt in der Grauwacke von Rossbach in vorzüglich erhaltenen Steinkernen auf. Es finden sich dort Formen (s. d. Abb.), welche infolge der grossen Verlängerung der Schale der *Myophoria carinata* aus dem Quarzit des Kahlenberges und Bocksberges nahestehen (s. Beushausen I. p. 103.

Digitized by Google

Taf. 6 Fig. 12, 13). Unsere Form ist jedoch durchgängig höher als die Harzer (vergl. auch p. 27).

41. *Cypricardella elongata* Beush.

Bei Rolshausen häufig.

42. *Cypricardella* spec.?

Im Obercoblenz von Rossbach I und Altenvers H. treten hie und da Muscheln auf, die ein Cypricardellen-ähnliches Aussehen haben. Leider ist bei keinem der drei mir vorliegenden Stücke etwas vom Schlosse erhalten, so dass ich mich darauf beschränken muss, auf dieses Vorkommen hingewiesen zu haben.

43. *Prosocoelus vetustus* A. Roemer sp. — Taf. I Fig. 11a, b.

Prosocoelus vetustus Beush. I. p. 110. Taf. V Fig. 1—3.

Diese Art, welche bisher nur aus dem Oberharze bekannt war, hat sich bei Rossbach I in grossen Exemplaren gefunden. Das abgebildete Stück, welches nach einem Exemplar aus dem Quarzit des Kahlenberges ergänzt wurde, ist das grösste; sein Schlossbau stimmt genau mit dem des Harzer Stückes überein. Die hintere Rippe scheint den Schalenrand dort zu erreichen, wo die „spitzwinkelige abgerundete Ecke" sich befindet.

44. *Prosocoelus orbicularis* Beush.?

Prosocoelus orbicularis Beush. II. p. 154. Taf. XIII Fig. 14.

Es liegt ein unvollständiger Steinkern aus der Grauwacke von Rossbach vor, der den Zahnbau eines *Prosocoelus* und die beiden vom Wirbel zum Hinterrande verlaufenden Rippen der genannten Art zeigt.

45. *Carydium sociale* Beush.

Carydium sociale Beush. II. p. 157. Taf. XIV Fig. 7—12, 13?

Kommt bei Rossbach I und II häufig vor und findet sich vielleicht auch bei Rolshausen.

46. *Cypricardinia crenistria* Sandb. sp.

Cypricardinia crenistria Beush. II. p. 178. Taf. XVI Fig. 9—13.

Ein Exemplar aus der Grauwacke von Rossbach.

Digitized by Google

47. *Goniophora eifeliensis* Kayser.

Goniophora eifeliensis Beush. II. p. 202. Taf. XVII Fig. 31—33.

Ein zweiklappiges Exemplar dieser Art hat sich bei Rolshausen gefunden. Es zeigt die Charaktere der genannten Art und wird dadurch, dass der Vorderrand etwas mehr wie gewöhnlich vorspringt, der Fig. 33 auf Taf. XVII (Beushausen, l. c.) sehr ähnlich.

48. *Goniophora nassoviensis* Kays.

Goniophora nassoviensis Beush. II. p. 203. Taf. XVII Fig. 4—9.

Diese Art kommt bei Rossbach I und II in schönen Exemplaren vor und hat sich auch bei Altenvers H. gefunden.

49. *Goniophora Schwerdi* Beush.

Goniophora Schwerdi Beush. II. p. 206. Taf. XVII Fig. 22—30.

Von dieser Art habe ich je einen Steinkern der linken Klappe im Untercoblenz von Herbornseelbach und in den Obercoblenzschichten zwischen Rodenhausen und Oberweidbach (s. p. 19) gefunden. Die Längenausdehnung der Muschel ist bei dem Exemplare von erstgenanntem Fundpunkte geringer als gewöhnlich, doch zieht Beushausen (l. c. Taf. XVII Fig. 22) auch solche Formen zu seiner Art.

50. *Goniophora applanata* Beush.

Goniophora applanata Beush. II. p. 207. Taf. XVII Fig. 17—20.

Ein gut erhaltenes Exemplar dieser Art stammt von Rossbach II.

51. *Goniophora trapezoidalis* Kays.

Goniophora trapezoidalis Beush. II. p. 205. Taf. XVII Fig. 34.

Diese Art hat sich bei Rolshausen nur in wenig guten Stücken gefunden.

52. *Goniophora bipartita* F. R. sp.

Goniophora bipartita Beush. II. p. 200. Taf. XVII Fig. 14—16, 35.

Von dieser Art gilt dasselbe wie von der vorigen.

53. *Goniophora Hauchecornei* Beush.? — Taf. I Fig. 12.

Goniophora Hauchecornei Beush. I. p. 113. Taf. III Fig. 1.

Leider ist bei den beiden Stücken aus den Gallenschichten von Rossbach nichts vom Schlosse erhalten. Sie zeichnen

Digitized by Google

sich aus durch einen stark eingerollten Wirbel und einen scharfen Kiel, von welchem die Schale mehr oder weniger steil nach dem hinteren Rande abfällt. Die Sculptur scheint die einer echten *Goniophora* zu sein.

Die Art war bisher nur aus dem Harze bekannt.

54. *Grammysia prumiensis* Beush.

Grammysia prumiensis Beush. II. p. 243. Taf. XXI Fig. 2, 4 u. Taf. XXII Fig. 6, 7.

In sehr verdrückten Exemplaren von Altenvers H. vorliegend.

55. *Grammysia obscura* Beush. — Taf. II Fig. 1, 2.

Grammysia obscura Beush. II. p. 248. Taf. XXI Fig. 3 u. Taf. XXII Fig. 4, 5.

Von der Höhe 420,6 nördlich Wilsbach. Das eine der abgebildeten Stücke zeigt den ausserordentlich stark geschwungenen Unterrand der Schale, das andere den eingerollten Wirbel und die von diesem ausgehende, gegen den Unterrand sich vertiefende Einsenkung.

56. *Allerisma inflatum* Stein. sp.

Allerisma inflatum Beush. II. p. 254. Taf. XXV Fig. 2, 3.

Ausser dem sehr alten, von Beushausen (l. c. Fig. 3) abgebildeten, von Rossbach stammenden Exemplare befindet sich in der Marburger Sammlung noch eines vom Südostabhange des Hemmerich bei Rodenhausen.

57. *Leptodomus striatulus* F. R. sp.

Leptodomus striatulus Beush. II. p. 265. Taf. XXIV Fig. 12—14.

Ein vorzügliches kleines Exemplar hat sich in den Obercoblenzschichten am Hemmerich gefunden.

58. *Leptodomus* spec. — Taf. III Fig. 9.

Das abgebildete zweiklappige Exemplar stammt von Altenvers H. und erinnert einerseits durch seinen kurzen Schlossrand an *Leptodomus latus* Krantz sp. (Beushausen II. p. 270. Taf. XXIV Fig. 1—3), von welchem es sich jedoch durch seine geringe Höhe im Verhältniss zur Schalenlänge unter-

Digitized by Google

scheidet, andererseits an *L. exilis* Drev. (l. c. p. 93. Taf. XI Fig. 8, 9). Diese Art zeichnet sich indes durch einen längeren Schlossrand aus. Der Kiel ist vollkommen gerade, die Sculptur wie bei *L. latus* beschaffen.

59. *Buchiola* cf. *digitata* A. Roem. sp. — Taf. I Fig. 13, 13a.

Buchiola cf. *digitata* Beush. II. p. 324. Taf. XXXIV Fig. 2.

Aus den Gallenschichten, die (südlich von Mornshausen) den Dreisberg im Nordosten umsäumen, stammt eine *Buchiola*, welche mit der Roemer'schen Art nicht nur durch ihre winzigen Dimensionen, sondern hauptsächlich durch ihre wenigen breiten Rippen verwandt ist. Bei dem vorliegenden Exemplare befindet sich der Wirbel mehr in der Mitte des Schlossrandes als bei dem von Beushausen abgebildeten. Auf den Rippen bemerkt man am Abdrucke feine, rückwärts, und in den Zwischenräumen vorwärts geschwungene Anwachsstreifen.

60. *Buchiola* n. sp. — Taf. I Fig. 14a—c.

Schale wenig ungleichseitig, schwach gewölbt und eng radial gerippt. Die 18—20 Rippen sind schwach concav und erheblich breiter als die hohlkehlartigen, von schwachen Leistchen eingefassten Zwischenräume. Auf den erstgenannten sind ganz leicht rückwärts geschwungene feine Anwachsstreifen zu erkennen.

Ein Exemplar vom gleichen Fundpunkte wie die vorige Art und ein zweites von Altenvers (p. 30) liegt vor.

61. *Cardiola pectinata* n. sp. — Taf. I Fig. 15a—c.

Aus den Gallenschichten von Rossbach liegt eine kleine, vorzüglich erhaltene Muschel vor, welche folgende Charaktere zeigt: Schale stark gewölbt, nicht sehr ungleichseitig und in der Nähe des Randes abgeknickt, so dass der äussere Theil flacher ist als der nach dem Wirbel zu gelegene. Die Zahl der nicht sehr scharfen Rippen beträgt ungefähr 25. Die Furchen zwischen denselben laufen in feine, kammförmige Fortsätze aus. Von Sculptur ist nichts zu bemerken.

Wie mir Herr Prof. Beushausen gütigst mittheilt, sind die im Jahrbuch der preuss. geol. Landesanstalt für 1898 (L. Beushausen und M. Koch, Mittheilungen über Aufnahmen

Digitized by Google

auf Blatt Riefensbeck, im Ablagerungsgebiet des Bruchbergquarzits und der Siebergrauwacke) p. XXXVIII erwähnten Cardioliden kleine, eng radial gerippte Formen. Es ist mir deshalb nicht unwahrscheinlich, dass wir es hier mit einer verwandten Art zu thun haben. Allerdings steht mir nur ein einziges Exemplar zur Verfügung, dasselbe ist jedoch so gut und vollständig erhalten, dass darauf wohl eine neue Art begründet werden darf.

62. *Conocardium rhenanum* Beush.

Conocardium rhenanum Beush. II. p. 402. Taf. XXX Fig. 5—8.

Bei Rossbach nicht selten, jedoch nur in stark verdrückten Exemplaren vorkommend.

Gastropoda.

63. *Pleurotomaria striata* Goldf.

Pleurotomaria striata Kayser, Hauptquarzit. p. 14. Taf. VIII Fig. 8, 8a.

Diese Art ist bei Rossbach I und II, besonders aber bei Altenvers H. sehr häufig.

64. *Murchisonia polita* Maur. — Taf. II Fig. 3.

Murchisonia polita Maur., Die Fauna des rechtsrheinischen Unterdevons. p. 8.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Fr. Maurer in Darmstadt erhielt ich drei Abgüsse seiner Art und konnte daran ihre Identität mit den bei Rossbach I vorkommenden Exemplaren feststellen. Sowohl dort wie hier liegt jedoch das Schlitzband nicht, wie Maurer l. c. sagt, oberhalb, sondern unterhalb der Mitte der Umgänge.

65. *Bellerophon (Bucanella?) tumidus* Sandb.

Bellerophon trilobatus Sow. var. *tumidus* Sandb., Versteinerungen des rheinischen Schichtensystems in Nassau. p. 177. Taf. XXII Fig. 1, 1a, 1b.
non *Bellerophon globatus* A. Roem., Harzgebirge. p. 32. Taf. IX Fig. 2.

Diese Art ist bei Rossbach I nicht selten.

66. *Bellerophon (Bucanella?) carina* Beush.

Bellerophon (Bucanella?) carina Beush. I. p. 46. Taf. II Fig. 2.

Ein grosses Exemplar dieser Art stammt aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach.

Digitized by Google

67. *Bellerophon (Bucanella?) bipartitus* Sandb.

Bellerophon trilobatus Sow. var. *typus* Sandb., l. c. p. 177. Taf. XXII Fig. 2, 2a, 2b.

Bei Rossbach I und II nicht selten.

68. *Bellerophon (Bucania?) sphaericus* n. sp. — Taf. II Fig. 4a, b, 5.

? Bellerophon globatus A. Roem., Harzgebirge. p. 32. Taf. IX Fig. 2.

Obwohl ich das Original der Roemer'schen Art nicht gesehen habe, glaube ich doch nicht, dass sie mit *Bellerophon trilobatus* Sow. var. *tumidus* Sandb. = *Bell. tumidus* Sandb. ident ist, wie Koken behauptet (Entwickelung der Gastropoden, N. Jahrb. f. Min. 1889. p. 389). Meines Erachtens hat Roemer schon durch die Namengebung ausdrücken wollen, dass bei seiner Art kein oder fast kein *trilobatus*-Profil vorhanden ist (was ja auch aus seiner Abbildung hervorgeht), sondern dass der Rücken der einzelnen Windungen kugelig gerundet ist.

Windungen schnell an Dicke zunehmend, im Querschnitt kreisrund, Rücken gerundet, manchmal schwach gekielt (s. Fig. 5). Mündung nicht beobachtet. Die Sculptur ähnelt sehr der von Hall (Pal. N. York. 5. Th. II Taf. XXVI Fig. 6 u. 7. p. 107) für *Bell.* (*Tropidocyclus* Clarke) *brevilineatus* Conr. angegebenen. Auch bei unserer Art erreichen die vom Nabel ausgehenden feinen Anwachsstreifen nicht den Schalenrücken, sondern werden schon vorher undeutlich.

Diese Art ist in der Grauwacke von Rossbach und dem Punkte 420,6 nördlich Wilsbach ungemein verbreitet und findet sich auch bei Rossbach II.

69. *Bellerophon (Oxydiscus?) brevis* Maur. — Taf. II Fig. 6a, b, c.

Bellerophon (Oxydiscus) brevis Maur., l. c. p. 9.

Herr Fr. Maurer hatte die Güte, mir ein Originalexemplar seiner Art zu senden. Obwohl daran nichts von Sculptur zu erkennen ist, glaube ich es doch mit den von Willershausen (p. 22) bezw. Rossbach I stammenden Stücken identificiren zu dürfen, über deren Sculptur auch ich leider nichts aussagen kann.

Digitized by Google

Flach scheibenförmig, tief genabelt. In der Nabelöffnung ist nur von einer Windung noch etwas zu sehen. Aussenseite der Spirale abgeplattet, Seiten der Windungen nahezu eben und gegen den Rücken convergirend. Ein Exemplar von erstgenanntem Fundpunkte erreicht einen Durchmesser von 12 mm.

70. *Bellerophon (Phragmostoma) rhenanus* Dreverm.

Bellerophon (Phragmostoma) rhenanus Dreverm., l. c. p. 76. Taf. I Fig. 6, 7.

Je ein Exemplar dieser Art fand ich bei Rossbach I und Weipoltshausen.

71. *Loxonema* sp.

Einige schlecht erhaltene Steinkerne dieser Art stammen von Rossbach I.

72. *Capulus (Platyceras?) cassideus* Arch. et Vern. sp.?

Pileopsis crassideus Arch. et Vern., On the distribution and classification of the older deposits etc. p. 366. Taf. XXXIV Fig. 10, 10a.

Hat sich in einem Exemplar bei Rolshausen gefunden.

Anhang.

73. *Tentaculites scalaris* Schl.

Tentaculites scalaris Sandb., Verst. Rhein. Sch. Nass. p. 248. Taf. XXI Fig. 9—9g.

In der Grauwacke des Obercoblenz allenthalben sehr häufig, auch in den Gallenschichten vorkommend.

74. *Styliolina* sp.

Einige Stücke dieser Art stammen von Rossbach II.

75. *Coleoprion gracile* Sandb.

Coleoprion gracile Sandb., l. c. p. 246. Taf. XXI Fig. 8—8c.

Diese Art liegt von Rossbach I vor.

76. *Conularia fimbriata* n. sp. — Taf. II Fig. 7a, b, c, d.

Gehäuse ungefähr 5½ cm lang, sich schnell nach der Spitze zu verjüngend, im Querschnitte einen wenig zusammengedrückten Rhombus darstellend, dessen Winkel also nicht sehr von

Digitized by Google

einem rechten abweichen. Mündung nicht beobachtet. Die feinen Streifen der Sculptur werden an den Kanten der Pyramide durch eine nicht tiefe, aber deutliche Furche unterbrochen, bilden dort einen sehr stumpfen Winkel und biegen in einem nach der Mündung convexen Bogen aus. Dieser wird durch eine kaum sichtbare Längslinie parallel den Kanten der Pyramide halbirt. Die Sculptur besteht aus einem regelmässigen Wechsel von gewimperten, und schmalen ungewimperten Rippchen. Die kleinen, die Wimperung hervorbringenden Fransen oder Bogenleistchen (Fig. 7 d) kehren ihre Öffnung der Mündung des Gehäuses zu.

Unter den bislang beschriebenen Formen ist keine, welche der unserigen ähnlich ist, und es ist deshalb die Aufstellung einer neuen Art wohl gerechtfertigt. Von dieser interessanten Art wurden bei Rolshausen drei Exemplare gefunden.

77. *Conularia* sp.

Aus den Gallenschichten des Dreisberges (p. 30) liegt eine *Conularia* vor, die sich durch concave Flächen und einen von einem rechten beträchtlich abweichenden Kantenwinkel auszeichnet. Die Pyramide ist schlank und mag 6—7 cm lang sein. Ihre Sculptur besteht aus Reihen von Punkten, welche miteinander alterniren. Diese Reihen sind nach der Mündung zu convex, jedoch schwächer wie bei der vorigen Art; auf der Mitte der Pyramidenflächen verläuft eine kaum sichtbare Längslinie. Die Flächen werden voneinander durch eine nicht tiefe Furche geschieden, über welche die Punktreihen ununterbrochen hinweglaufen. Spitze und Mündung des Gehäuses sind nicht erhalten.

78. *Hyolithus* spec. 1.

Ein unvollständiges Exemplar von Rossbach II liegt vor. Länge der Schale 17 mm; Querschnitt ein niedriges Dreieck, dessen grosse Seite gleichmässig schwach convex, während die beiden kleineren etwas geschweift sind. Verhältniss der Höhe zur Breite des Dreiecks ungefähr 1 : 2,25. Schale gerade, nicht sehr schlank und ziemlich dick. Mundrand nicht erhalten. Von Sculptur ist nur eine feine Längsstreifung auf der Kante erhalten, welche die beiden kleineren Seiten miteinander bilden.

Digitized by Google

79. *Hyolithus* spec. 2.

Schale in der senkrecht zur grossen Fläche der Pyramide verlaufenden Ebene (der Symmetrieebene) schwach gegen die der ersteren gegenüberliegende Kante zu gebogen, sich langsam verjüngend und im Querschnitt ein Dreieck darstellend, dessen längere Seite schwach gebogen ist, während die kurzen Seiten stärker convex sind. Infolgedessen ist die von den letzteren gebildete Kante stumpf, die beiden anderen dagegen scharf. Verhältniss der Höhe zur Breite des Querschnittes ungefähr 1 : 2. Mundrand nur auf der schwach gewölbten Seite erhalten, etwas nach aussen gebogen.

Das einzige Exemplar dieser Art stammt aus den Gallenschichten beim Dorfe Altenvers.

Brachiopoda.

80. *Spirifer subcuspidatus* Schn. typ.

Spirifer subcuspidatus Scupin, Die Spiriferen Deutschlands (Palaeontol. Abh. v. Dames u. Koken. 8; N. F. 4). p. 17 (221).

Der Typus dieser Art kommt selten bei Rossbach I und II vor.

81. *Spirifer subcuspidatus* Schn. var. *humilis* Scup.

— — Scup., l. c. p. 18. Taf. I Fig. 12 a—c.

Diese Abänderung ist bei Rolshausen häufig, seltener bei Herbornseelbach.

82. *Spirifer subcuspidatus* Schn. var. *lateïncisa* Scup.

— — Scup., l. c. p. 19. Taf. I Fig. 13 u. 14 a—e.

Leider bin ich nicht sicher, ob das mit der Etiquette „Gegend von Gladenbach" versehene, mit der genannten Abänderung übersäete Gesteinsstück, welches seit langer Zeit in der Marburger Sammlung liegt, nicht vielleicht vom Harze stammt. Da diese Form ihre Hauptverbreitung sicherlich im Coblenzquarzit hat[1], in der Gegend von Gladenbach aber derartige Quarzite nur bei Willershausen vorkommen, so hätte man damit, falls die Fundortsangabe richtig ist, ein werthvolles Leitfossil für dieses Niveau in unserer Gegend.

[1] Vergl. hierzu: Beushausen, Das Devon des nördlichen Oberharzes. p. 383.

Digitized by Google

83. *Spirifer subcuspidatus* Schn. var. *tenuicosta* Scup.

— — Scup., Spiriferen. p. 19. Taf. I Fig. 15 a—c.

Diese Varietät ist bei Rossbach I als Seltenheit vorgekommen.

84. *Spirifer subcuspidatus* Schn. var. *alata* Kays.

— — Scup., Spiriferen. p. 20. Taf. II Fig. 1 a, b, 2.

Zwei Exemplare von Rossbach I liegen vor, welche gut mit den Scupin'schen Abbildungen übereinstimmen.

85. *Spirifer carinatus* Schn.

Spirifer carinatus Scup., Spiriferen. p. 26. Taf. II Fig. 10, 11 a, b u. Taf. III Fig. 1 a, b?

Diese Art ist bei Rolshausen und Herbornseelbach selten, dagegen häufiger bei Rossbach I und II. Zum Unterschiede von dem später zu erwähnenden *Spirifer Nerei* Barr. ist der Sattel hier niemals scharf kantig, wenngleich er gerundet kielförmig sein kann.

86. *Spirifer carinatus* Schn. var. *latissima* Scup.?

— — Scup., Spiriferen. p. 29. Taf. II Fig. 12 a, b.

In hiesiger Sammlung befindet sich ein *Spirifer carinatus* von Miellen (Obercoblenz), welcher 57 mm breit ist. Desgleichen habe ich von Rossbach II ein Exemplar, welches eine Breite von 46 mm erreicht. Obwohl diese Stücke unzweifelhaft zu der var. *latissima* Scup. zu stellen sind, zeigen sie doch nicht die Merkmale, die Scupin für diese Varietät anführt: den stärker entwickelten, mehr als die Hälfte der gesammten Sinuslänge erreichenden Muskelzapfen und die gröberen, nach innen sich verflachenden Rippen. Ich muss die Bestimmung meiner Stücke deshalb als fraglich betrachten.

87. *Spirifer* aff. *Nerei* Barr. — Taf. II Fig. 9, 10.

Spirifer Nerei Barr., Haidinger's Naturwissenschaftliche Abhandlung. 2. p. 27. Taf. XV Fig. 4.

non *Spirifer Nerei* A. Roem., Beiträge zur Kenntniss des Harzgebirges. Palaeontographica. 3. p. 58. Taf. IX Fig. 12.

„ „ *laevicosta* Giebel, Silurische Fauna des Unterharzes. p. 30. Taf. IV Fig. 18.

„ „ *Nerei* Barr. var., Kayser, Fauna der ältesten Devonablagerungen des Harzes. p. 170. Taf. XXIII Fig. 2—5.

Spirifer Nerei Barr., Syst. Sil. 5. p. 187. Taf. CXXIV Fig. 6(?), 9, 10 cet. excl.

Digitized by Google

Bei Rolshausen findet sich ein *Spirifer*, der auf den ersten Blick Ähnlichkeit mit *Spir. carinatus* Schn. zeigt, sich jedoch von diesem in folgenden Punkten unterscheidet. Der kielförmige Sattel, welcher an Breite den nächsten 3—4 Rippen gleichkommt, ist scharfkantig. Letztere, an Zahl 12—14 jederseits, sind am Steinkerne ebenfalls scharfkantig. Die Zahnstützen der Ventralklappe divergiren stärker als bei *Spir. carinatus* und sind nicht gebogen. Der Wirbel der Dorsalklappe erhebt sich höher über den Schlossrand als bei dem letzten.

Unter allen mir bekannten Spiriferen ist *Spir. Nerei* Barr. unserer Form am ähnlichsten. Es ist allerdings nöthig, die Definition der Art etwas enger zu fassen, als dies von Barrande im Système silurien und von Kayser l. c. geschehen ist, und sie so zu begrenzen, wie es Barrande in seiner älteren Arbeit in Haidinger's Naturwiss. Abh. gethan hat. Wie aus der dort gegebenen Beschreibung und Abbildung hervorgeht, besteht das Hauptkennzeichen von *Spir. Nerei* in dem scharf kielförmigen Sattel und dementsprechend winkelig gebrochenen Sinus. Die Rippen sind bei den Stücken von Konjeprus scharfkantig. Dagegen zeigt Roemer's Abbildung einen runden Sattel, Giebel spricht von „stumpf dachförmigen Rippen" und Kayser nennt seine Art selbst *Spir. Nerei* Barr. var., drückt also schon durch diese Namengebung aus, dass er die echte, von Barrande aufgestellte Form im Harze nicht kennt. Wie Scupin l. c. p. 33 hervorhebt, stimmt von Kayser's Abbildungen Taf. XXIII Fig. 4 am besten mit der böhmischen Form überein. Ihr Original (Samml. d. preuss. geol. Landesanst.) lag mir vor. Es zeigte mir, dass auch dieses Stück nicht mit der böhmischen Form zu vereinigen ist. Erstens ist der Sinus nicht winkelig, und zweitens sind die Rippen gerundet und in viel geringerer Anzahl vorhanden. Richter (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1866. p. 414. Taf. V Fig. 14, 15) führt *Spir. Nerei* aus den Nereitenschiefern Thüringens an. Seine Beschreibung und Zeichnung stimmen jedoch in keiner Weise mit der Konjepruser Form überein. Sattel, Sinus und Rippen werden audrücklich als stumpfkantig angegeben. Nach Denckmann (Silur und Unterdevon im Kellerwald, Jahrb. preuss. geol. Landesanst. f. 1896. p. 144. 1892) soll *Spir. Nerei* in der kalkigen Grauwacke des Erbsloches im Kellerwalde vorkommen. Die reichen Be-

Digitized by Google

stände der hiesigen Sammlung von diesem Fundorte enthalten jedoch keine Form, die mit der böhmischen übereinstimmt. Auf meine Bitte an die Direction der kgl. Landesanstalt, mir einige typische Exemplare des *Spir. Nerei* aus dem Kellerwalde zu senden, erhielt ich durch die Vermittelung des Herrn Dr. Lotz zwei Exemplare mit der Etiquette: *Spirifer Nerei* Barr.? bezw. *Spirifer Decheni* Kays. junges Exemplar? Allein auch diese stimmten zwar gut mit der Harzer und vielleicht auch mit der Thüringer Form überein, erwiesen sich aber ebenso wie diese als zweifellos verschieden von der böhmischen Art.

Ich muss deshalb stark bezweifeln, ob *Spir. Nerei* Barr. im Harze, Thüringen und Kellerwalde überhaupt vorkommt.

Sicherlich aber ist mit unserer Art sehr nahe verwandt eine als *Spir. Rousseau* M. Rouault bezeichnete Form (Taf. II Fig. 8), welches sich in hiesiger Sammlung befindet und aus dem Unterdevon von La Jaillerie im nordwestlichen Frankreich stammt. Das Vorkommen dieser von mir als *Spir. Nerei* bestimmten Form bei la Jaillerie ist um so bemerkenswerther, als sie dort ebenso wie bei Rolshausen von *Trigeria Gaudryi* Oehl. begleitet wird (vergl. die Bemerkungen bei dieser Art). Dagegen weicht *Spir. concinnus* Hall (Pal. New York. 3. Taf. XXV Fig. 2a—i, Taf. XXVIII Fig. 7) durch deutlich gerundeten Sattel und ebensolche Rippen ab.

88. *Spirifer curvatus* Schloth.

Spirifer curvatus Scup., l. c. p. 38. Taf. III Fig. 8—11.

Diese Art kommt in der Grauwacke von Rossbach hie und da vor.

89. *Spirifer daleidensis* Steininger.

Spirifer daleidensis Kays. ex parte. (I.) p. 174. Taf. XXXV Fig. 4, 6.
non *Spirifer Jouberti* Oehl. et Davoust, Bull. de la Soc. géol. de France. (3.) 7. p. 709. Taf. XIV Fig. 5, 5a.
Spirifer daleidensis Kays. ex parte. (II.) p. 27. Taf. XVI Fig. 10 cet. exl.
non *Spirifer Jouberti* Barrois, Erbray. p. 142. Taf. IX Fig. 8.
Spirifer daleidensis Béclard ex parte, Spirifères du cobl. belge. p. 219. Taf. XII Fig. I, II, 1, 2, 3 cet. excl.
„ *daleidensis* Scup., l. c. p. 75. Taf. VII Fig. 10.
„ *Bischofi* A. Roem. var. *paucicosta* Scup., l. c. p. 74. Taf. VII Fig. 4a, b, 5.

Digitized by Google

Diese Art, welche im Gegensatze zu dem nahe verwandten *Spirifer Bischofi* A. Roem. im oberen Unterdevon und zwar besonders im Obercoblenz verbreitet ist[1], tritt in der Grauwacke von Rossbach viel häufiger auf als an den übrigen Fundpunkten, von wo sie beschrieben worden ist. Trotzdem widerstrebt es mir, nach der Zahl sowie der feineren und gröberen Ausbildung der Rippen neue Varietäten oder Arten abzuzweigen. Die Möglichkeit solcher Abtrennungen hebt Scupin l. c. p. 75 hervor.

Die beiden von Kayser (I) Taf. XXXV Fig. 5 und 7 als *Spir. daleidensis* abgebildeten Stücke von Menzenberg dürften wohl zu einer anderen Art gehören. Denn erstens ist der Sattel zu regelmässig durch Secundärrippen getheilt, und zweitens bleibt hierbei ein deutlicher, breiter, ich möchte sagen Sattel zweiter Ordnung in der Mitte stehen, was beim typischen *Spir. daleidensis* niemals der Fall ist. Als besondere Art aufrecht zu erhalten ist zweifellos *Spir. Jouberti* Oehl. et Davoust. Er unterscheidet sich durch seine zahlreichen regelmässigen Rippen, die auf den Seiten anscheinend nur ausnahmsweise gespalten sind, gut von unserer Art.

90. *Spirifer* sp.

Spirifer daleidensis Kays. ex parte. (II.) p. 27. Taf. I Fig. 5 cet. excl.

Es liegt ein Exemplar aus der Grauwacke von Rossbach vor, welches mit dem bei Kayser l. c. abgebildeten so grosse

[1] Die richtige Bestimmung des *Spirifer Bischofi* bei Scupin, l. c. Taf. VII Fig. 3, vorausgesetzt, wäre dies das einzige sichere, aus dem oberen Unterdevon stammende Exemplar. Das eine von Rossbach stammende, mir im Originale vorliegende Exemplar von Scupin's *Sp. Bischofi* A. Roem. var. *paucicosta* (l. c. Taf. VII Fig. 5) zeigt am Rande eine schwache, aber deutliche Spaltung der Seitenrippen und dürfte daher wohl nicht zu *Sp. Bischofi* zu rechnen sein. Das andere, mir nicht bekannte Stück von var. *paucicosta* (l. c. Taf. VII Fig. 4a, b) hat einen ungemein breiten, wenig hohen und mit sehr unregelmässigen bündelförmigen Rippen versehenen Sattel, wie er für *Sp. daleidensis* charakteristisch ist. Möglicherweise zeigen sich auch an diesem Stücke Ansätze zur Theilung der Seitenrippen. Auch bei *Sp. daleidensis* treten Formen auf, die sich durch eine geringere Anzahl von Seitenrippen auszeichnen, wie man an einem von Rossbach stammenden Exemplare sieht, das beiderseits nur 5—6 deutlich gespaltene Rippen hat. Die Bestimmung der genannten Form als Varietät von *Sp. Bischofi* erscheint mir infolgedessen wenig gerechtfertigt und ich möchte überhaupt meine Zweifel ausdrücken, ob *Sp. Bischofi* im oberen Unterdevon noch vorkommt.

Digitized by Google

Ähnlichkeit zeigt, dass wir es hier möglicherweise mit derselben Art zu thun haben.

91. *Spirifer Hercyniae* Gieb.

Spirifer Hercyniae Scup., l. c. p. 86. Taf. VIII Fig. 4, 5 a, b.

Aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach liegen einige Abdrücke dieser Art vor.

92. *Spirifer paradoxus* Schloth.

Spirifer paradoxus Scup., l. c. p. 89.

In der Grauwacke von Rossbach und Weipoltshausen ausserordentlich häufig, ferner bei Altenvers H, im Coblenzquarzit von Willershausen und in den Gallenschichten von Rossbach, welche dem obersten Horizont oder den Haiger-Schichten der Stufe des *Spirifer paradoxus* angehören. Vereinzelte Exemplare dieses Fossils fanden sich ausserdem an fast allen Versteinerungsfundpunkten im Obercoblenz.

93. *Spirifer arduennensis* Schn.

Spirifer arduennensis Scup., l. c. p. 90.

Diese in der Stufe des *Spirifer paradoxus* Schl. allenthalben sehr häufige, bei Willershausen, Rossbach I und II verbreitete Art kommt im Gegensatze zu ihrer Seltenheit bei Oberstadtfeld in der Eifel im Untercoblenz von Herbornseelbach recht häufig vor. Die relative Länge des Muskelzapfens bleibt stets hinter derjenigen der folgenden Abart zurück.

94. *Spirifer arduennensis* Schn. mut. *antecedens* Frank.

— — Frank, Beiträge zur Geologie des südöstlichen Taunus. Diss. Marburg 1898. p. 27. Taf. I Fig. 5—7.

Diese von Frank aus den Porphyroiden von Bodenrod und Wernborn (Singhofener Horizont der Stufe des *Spirifer Hercyniae* Gieb.?) beschriebene Mutation findet sich sowohl in den kalkfreien wie in den kalkhaltigen Quarzitsandsteinen von Rolshausen.

95. *Spirifer latestriatus* Maur.

Spirifer latestriatus Maur., Fauna des rechtsrheinischen Unterdevons. p. 19.
„ *arduennensis* Scup. ex parte (non Schnur), Spiriferen. p. 90. Taf. VIII Fig. 2.

Digitized by Google

Wie Drevermann (l. c. p. 96) hervorgehoben hat, ist die Abtrennung dieser Art von *Spirifer arduennensis* Schn. vollkommen berechtigt. Das mir vorliegende, aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach stammende Exemplar stimmt mit solchen von Oberstadtfeld gut überein. Es zeigt nur vier scharfe Rippen auf den Seiten.

96. *Cyrtina heteroclita* Defr.

Cyrtina heteroclita Kays. (I.) p. 177. Taf. XXIII Fig. 14.
„ „ Kays. (II.) p. 36. Taf. II Fig. 5, 5a.
„ „ Dreverm, l. c. p. 97.

Diese Art ist bei Rolshausen und Rossbach I nicht sehr selten.

97. *Athyris undata* Defr. sp.

Athyris undata Kays. (II.) p. 37. Taf. III Fig. 1—6 u. Taf. IV Fig. 1, 1a.

Von Rolshausen und Rossbach I. Ein besonders grosses, leider unvollständig erhaltenes Exemplar fand ich in den kalkfreien Quarziten (s. p. 15) von Rolshausen. Dasselbe ist 37 mm breit und 40 mm hoch.

98. *Athyris caeraesana* Steining. sp.

Athyris caeraesana Kays. (II.) p. 40. Taf. III Fig. 7—9 u. Taf. XVII Fig. 4, 7.
„ „ Dreverm., l. c. p. 97.

Von Rolshausen und Rossbach I. Auf den Werth dieser Art hat Drevermann l. c. hingewiesen.

99. *Athyris macrorhyncha* Schn. sp.

Athyris macrorhyncha Kays. (II.) p. 41. Taf. IV Fig. 2—4 u. Taf. XVII Fig. 5, 6, 8.

Von Rolshausen und Rossbach I. An ersterem Punkte treten Formen auf, die sich durch das Fehlen der wulstförmigen Anwachsringe sowie die Abwesenheit eines Sinus in der grossen Klappe auszeichnen. Es wäre möglich, dass wir es hier mit *Dielasma rhenana* Drev. (l. c. p. 98. Taf. XII Fig. 7—10) zu thun haben, doch ist mein Material zu gering, um darüber Bestimmteres aussagen zu können.

100. *Anoplotheca* sp.

Ein zweifelhaftes Exemplar aus Obercoblenzschichten bei Altenvers liegt vor.

Digitized by Google

101. *Atrypa reticularis* Lin. sp.?

Atrypa reticularis Kays., Die Brachiopoden des mittleren und oberen Devons der Eifel (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **23**. 1871). p. 543.

Zwei unvollständige Abdrücke, die möglicherweise zu dieser Art gehören, haben sich bei Rossbach I und II gefunden.

102. *Retzia?* sp. aff. *Oliviani* de V. sp.? — Taf. III Fig. 8a—c.

— — Sandb., Über die Entwickelung der unteren Abtheilung des devonischen Systems in Nassau. p. 49.

Unter diesem Namen führt Sandberger Formen von Laubach an, von denen er meint, dass auf sie die Angabe vom Vorkommen von *Rensselaëria strigiceps* F. R. sp. im oberen Unterdevon zu beziehen sei.

Bei Rossbach I und II haben sich ähnliche Formen gefunden. Bei der Unkenntniss des Inneren dieser Fossilien kann ich nicht entscheiden, ob der von genanntem Fundpunkte stammende Steinkern (Fig. 10) hierher gehört.

Die Frage, ob mehrere unvollkommene Reste von Herbornseelbach hierher oder zu *Rensselaeria strigiceps* gehören, muss ich wegen ihrer Erhaltung leider unbeantwortet lassen.

103. *Trigeria Gaudryi* Oehl. sp.

Terebratula Gaudryi Oehl., Bull. Soc. Géol. (3.) **5**. p. 593. Taf. X Fig. 8.
Centronella „ Oehl., Bull. Soc. d'Etudes Scient. d'Angers. 1885. Sep. p. 2. Fig. 10—17.

Zu den häufigsten und bemerkenswerthesten Formen unter den Brachiopoden von Rolshausen gehört eine ziemlich grosse, gerundete, radial gerippte Terebratulide. Sie hat auf den ersten Blick eine grosse Ähnlichkeit mit der bekannten *Rensselaeria strigiceps* F. Roem. sp. und ist auch in der That bei ihrer Entdeckung und späterhin dafür gehalten worden, bis eine genauere Untersuchung Herrn Dr. Drevermann auf den Gedanken brachte, dass hier die von Oehlert aus dem Unterdevon des Loire-Gebietes beschriebene und abgebildete *Centronella* oder richtiger *Trigeria Gaudryi* vorliege. Diese Form hat mit der genannten *Rensselaeria* gemein geradlinigen Stirnrand, ziemlich starke gleichmässige Wölbung

Fig. 1.

Digitized by Google

beider Klappen, kurzen Ventralschnabel und gleichmässig über die ganze Schale sich erstreckende, mässig kräftige Berippung. Sie weicht aber von ihr ab durch einen dem kreisrunden genäherten Umriss und ihren inneren Apparat. Leider ist dieser an der Rolshäuser Form bei der grobsandigen Beschaffenheit des Gesteins nicht festzustellen; nur so viel lässt sich an den betreffenden Steinkernen erkennen, dass im Inneren der grossen Klappe zwei divergirende Zahnstützen, im Inneren der kleinen Klappe ein mässig starkes Medianseptum vorhanden war, Merkmale, die durchaus mit den bei *Trigeria Gaudryi* von Oehlert beobachteten übereinstimmen.

Die Übereinstimmung der Rolshausener Form mit der Oehlert'schen Art, von welcher einige im Besitz der Marburger Sammlung befindliche französische Exemplare verglichen werden konnten, ist nach alledem wahrscheinlich. Diese Ansicht findet auch darin eine Stütze, dass *Trigeria Gaudryi* sowohl in NW.-Frankreich als auch bei Rolshausen mit einem *Spirifer* zusammen vorkommt, den ich als *Sp. Nerei* bezw. aff. *Nerei* auffasse.

Das Vorkommen der französischen Art wurde zum ersten Male vor einer Reihe von Jahren von Frech an der Papiermühle bei Haiger festgestellt (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. p. 218); leider wird hier die Form nur genannt, aber keine nähere Beschreibung gegeben. Während Frech vermuthet, dass die von Laubach (Follmann) aufgeführte *Rensselaeria strigiceps* hierher zu stellen ist, stellt Sandberger alle aus dem Obercoblenz beschriebenen „Rensselaerien" zu *Retzia Oliviani* Vern. (l. c.). Ich muss es dahingestellt lassen, ob das Vorkommen an der Papiermühle zu unserer Art gehört, da in den reichen, von Haiger stammenden Beständen der Marburger Sammlung sich nichts Nahestehendes befindet. Die Frage, zu welcher Art die *Rensselaeria*-ähnlichen Formen der Coblenzschichten gehören, wird nur bei sehr umfangreichem Material zu entscheiden sein, das mir leider gänzlich fehlt.

104. *Megalanteris Archiaci* Suess (non Vern.?).

Megalanteris Archiaci Suess, Sitz.-Ber. d. k. k. Akad. d. Wiss. **18**. p. 51. Taf. I—III.

„ „ Dreverm., l. c. p. 100. Taf. XIII Fig. 1—11.

Digitized by Google

Diese Art ist bei Rossbach I sehr häufig, so dass es mir leicht wird, die von DREVERMANN (l. c. p. 101) ausgesprochene Meinung, dass die Form des Untercoblenz sich nicht von der des Obercoblenz unterscheide, zu bestätigen. Auch unter meinem Material befinden sich Exemplare, welche MAURER (Fauna des rechtsrheinischen Unterdevon. p. 20) nach ihren inneren Charakteren als *Megalanteris media* abgetrennt haben würde. MAURER beschränkt diese Form auf Untercoblenz und Coblenzquarzit. Da sich aber aus meinen Steinkernen eine ähnliche Altersreihe zusammenstellen lässt, wie DREVERMANN es für Stadtfeld gethan hat, so besteht auch nach meiner Meinung keine Veranlassung zur Trennung von *M. media* MAUR. und *M. ovata* MAUR.

Ein Exemplar der gleichen Art hat sich ausserdem bei Rolshausen gefunden.

105. *Chonetes sarcinulata* SCHLOTH. sp.

Chonetes sarcinulata KAYS. (II.) p. 62. Taf. VII Fig. 4, 6—8 u. Taf. X Fig. 8.

Diese Art ist allenthalben ausserordentlich häufig, dagegen bei Rolshausen selten.

106. *Chonetes plebeja* SCHNUR.

Chonetes plebeja KAYS. (II.) p. 63. Taf. VII Fig. 2—5, Taf. X Fig. 7 u. Taf. XXII Fig. 2.

Nicht ganz so häufig wie die vorige Art; an den gleichen Fundpunkten.

107. *Chonetes dilatata* F. ROEM. sp.

Chonetes dilatata KAYS. (II.) p. 61. Taf. VI Fig. 6 u. Taf. XII Fig. 2, 3.

Hat sich ausser bei Rossbach I und Altenvers H. in sehr grossen Exemplaren bei Ahrdt (Nordwestecke des Messtischblattes Ballersbach) im Obercoblenz gefunden.

108. *Rhynchonella (Camarotoechia?) daleidensis* F. ROEM. sp.

Rhynchonella (Camarotoechia?) daleidensis KAYS. (II.) p. 43. Taf. V Fig. 2, 3.

Bei Herbornseelbach und Rossbach I sehr häufig, auch bei Rolshausen, Altenvers H. und Rossbach II u. a. O. vorkommend.

Digitized by Google

109. *Rhynchonella* cf. *Dannenbergi* Kays.

Rhynchonella cf. *Dannenbergi* Kays., Beschreibung einiger neuen Goniatiten und Brachiopoden aus dem rheinischen Devon (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1883). p. 313. Taf. XIV Fig. 5—7.

Auffallend häufig ist das Vorkommen einer der Kayser'schen Art verwandten *Rhynchonella* in den sogen. Haliseritenschichten von Altenvers. Leider haben die Exemplare durch die starke Schieferung des Gesteines so gelitten, dass man über die äussere Gestalt unserer Form wenig sagen kann. Sicherlich nahe verwandt mit derselben ist *Rh. multistriata* Hall (Pal. of New York. Theil VI. 3. p. 440. Taf. CII Fig. 3). Mir liegen Exemplare mit gröberen und feineren Rippen vor, so dass ihre Zahl zwischen 40 und 70 schwankt. Die Schnabelpartie ist niemals gut erhalten. Auf dem durch Verdrückung meist beseitigten Sattel zählt man im äussersten Falle 10—12 Rippen. *Rh. Dannenbergi* Kays. mut. *minor* Dreverm. (l. c. p. 107. Taf. XIII Fig. 16—21) sieht unserer Form ähnlich, unterscheidet sich jedoch durch geringere Anzahl der Rippen.

110. *Uncinulus pila* Schn. sp.

Terebratula pila Schn., Brachiopoden der Eifel. 1853. p. 186. Taf. XXVI Fig. 1 a—f.

Uncinulus pila Dreverm., l. c. p. 103.

Bei Rossbach I und II hier und da vorkommend, stimmen diese Formen gut mit den Schnur'schen Abbildungen überein.

111. *Uncinulus antiquus* Schn. sp.

Uncinulus antiquus Dreverm., l. c. p. 103. Taf. XII Fig. 13—16.

Einige gut erhaltene Steinkerne von Rossbach I liegen vor.

112. *Uncinulus (Eatonia) peregrinus* Drev.

Uncinulus (Eatonia) peregrinus Dreverm., l. c. p. 106. Taf. XII Fig. 20—21.

Diese Art, welche Drevermann aus dem Untercoblenz von Oberstadtfeld und dem Porphyroid von Bodenrod bei Butzbach beschreibt, hat sich auch bei Rossbach I gefunden.

113. *Orthis hysterita* Gmelin. — Taf. II Fig. 11.

Orthis hysterita Kays. (II.) p. 53. Taf. V Fig. 1, 7—9.

„ *vulvaria* Schloth. sp., Dreverm. l. c. p. 110.

Digitized by Google

In der Grauwacke von Rossbach ungemein häufig und in vorzüglichen Steinkernen erhalten. Es ist nöthig darauf hinzuweisen, dass sich die Form des Obercoblenz nicht unwesentlich von der des Untercoblenz unterscheidet. Wie schon Kayser (l. c. p. 55) hervorhebt, ist sie in diesem tieferen Niveau des Unterdevon selten. So befindet sich in der reichen, von Oberstadtfeld stammenden Sammlung des Marburger Museums nur eine Ventral- und eine Dorsalklappe unserer Art. Diese sind allerdings ganz vorzüglich erhalten, so dass man sie zum Vergleich mit den Exemplaren aus dem Obercoblenz heranziehen kann. Zunächst scheint die Berippung des Stadtfelder Stückes gröber zu sein. Wichtiger ist aber das folgende Unterscheidungsmerkmal: während die Muskelwülste des Ventralklappensteinkerns bei der Obercoblenz-Form im Allgemeinen schmal wurstförmig sind und mindestens der Hälfte, häufig aber auch $\frac{2}{3}$ der Länge des Fossils gleichkommen, verbreitern sich die Muskelwülste der Untercoblenz-Form blattförmig, um vor der Mitte der Schalenlänge bogenförmig abzuschliessen[1]. Der Unterschied der Dorsalklappensteinkerne ist nicht so bedeutend. Der Eindruck des Schlossfortsatzes der Dorsalklappe ist bei der jüngeren Form durchgängig länger; er erreicht den Anfang der Mulde zwischen den beiderseitigen Muskelwülsten, während er bei der Untercoblenz-Form und bei *Orthis provulvaria* kürzer ist.

Ein schlecht erhaltener Steinkern der Dorsalklappe aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach und ein ebensolcher der Ventralklappe von Rolshausen (Taf. III Fig. 7) liegt noch vor. Auffallenderweise zeigt letzterer aber ganz aussergewöhnlich lange Muskelwülste. Dieselben machen über $\frac{3}{4}$ der Schalenhöhe aus. Ich vermuthe, dass wir es hier mit einer noch unbeschriebenen Form zu thun haben, doch kann ich dies nach dem einen Exemplar natürlich nicht sicher behaupten.

[1] Diese Gestaltung der Muskelwülste erinnert sehr an die von *Orthis provulvaria* Maur. aus der Grauwacke von Seifen (Maurer, Mittheilungen über einige Brachiopoden aus der Grauwacke von Seifen, dies. Jahrb. 1893. I. 8) und es bleibt weiteren Funden überlassen, darzuthun, ob *O. hysterita* aus dem Untercoblenz nicht richtiger als *O. provulvaria* Maur. zu bezeichnen ist. *O. hysterita* des Coblenzquarzites ist von derjenigen des Obercoblenz nicht zu unterscheiden.

Digitized by Google

Der Fig. 11 abgebildete Steinkern stellt das Jugendstadium unserer Art dar. Er zeigt genau die Anordnung der Muskeleindrücke der erwachsenen Exemplare, nur nicht in so ausgeprägter Weise. So ist am Dorsalklappensteinkern die mediane Mulde zwischen den Wülsten rechts und links kaum angedeutet. Die durch diese Mulde hervorgerufenen seitlichen Begrenzungsleisten treten noch nicht hervor; auch die „Hilfsmuskeleindrücke" (Hall, Palaeont. of New York. 8. Theil I. Taf. VI A Fig. 28) sind nicht vorhanden oder höchstens angedeutet, kurz, der ganze, von den Schlossplatten begrenzte Muskelapparat liegt hier fast noch im Niveau seiner Umgebung, während er bei dem ausgewachsenen Thiere tief in dieselbe versenkt wird. Der Stirnrand der Dorsalklappe des jungen Individuums liegt nahezu in einer Ebene und ist in der Mitte nicht über dieselbe erhoben, mit anderen Worten, die Ventralklappe ist nahezu flach. Auch hier erreichten die Muskelwülste schon die Mitte zwischen Stirn- und Schlossrand. Die drei von bandförmigen Streifen begrenzten Gefässeindrücke des Dorsalklappensteinkernes (cf. Quenstedt, l. c. Taf. L Fig. 3) sind auch bei der Jugendform unter der Lupe deutlich erkennbar.

114. *Orthis striatula* Schloth.

Orthis striatula Kays., Brachiopoden der Eifel (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **23**. 1871). p. 598.

Ein Exemplar aus den Gallenschichten von Rossbach liegt vor.

115. *Orthis circularis* Sow. n. mut. *transfuga*. — Taf. III Fig. 1 a—c, 2, 5.

? Orthis circularis Schn., Brachiopoden der Eifel. p. 218. Taf. XXXVIII Fig. 5 a, b u. Taf. XXXIX Fig. 1.

? „ *circularis* Quenstedt, Brachiopoden. p. 573. Taf. LVI Fig. 20.

? „ sp. Kays. (II.) p. 55. Taf. V Fig. 5, 6.

Leider weiss man bei den von Schnur abgebildeten Exemplaren nicht, welches von Daleiden stammt. Quenstedt vergleicht l. c. die erstgenannte Abbildung Schnur's mit seinem von Laubach (Obercoblenz) stammenden Stücke. Kayser's *Orthis* sp. aus dem Obercoblenz des Harzes ist möglicherweise ebenfalls unserer Mutation zuzurechnen. Wie ich mich

Digitized by Google

in den Sammlungen der Herren SCHWERD und FOLLMANN zu Coblenz überzeugte, ist dieselbe in der dortigen Gegend nicht selten[1]. Ein Gesteinsblock aus der Gegend zwischen Rossbach und Niederweidbach, welcher ausserdem noch einen Abdruck von *Spirifer paradoxus* zeigt, enthält eine grosse Anzahl Steinkerne und Abdrücke unserer Form.

Sie unterscheidet sich von dem Typus der Art in folgenden Merkmalen: Die Wölbung der Ventralklappe ist bedeutend geringer und die Zahnstützen schliessen einen von einem Rechten nicht sehr verschiedenen Winkel ein, während dieser bei der älteren Form durchgängig spitzer ist. Erwachsene Formen sind grösser, dagegen sind die inneren Charaktere der Dorsalklappe, sowie die Schalensculptur dieselben.

Das Vorkommen unserer Mutation in den oberen Coblenzschichten kann als Bestätigung der Meinung KAYSER's von der nahen Verwandtschaft von *Orthis circularis* Sow. und *O. opercularis* M. V. K. angesehen werden (Brachiopoden der Eifel, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **23**. 1871. p. 602).

Fig. 3a—c zeigt ein aussergewöhnlich grosses Exemplar von *O. opercularis* aus den *Calceola*-Schichten von Gerolstein. Der querovale Umriss, die schwach gewölbte Ventralklappe und vor allem die Form der Muskeleindrücke — wie ich mich durch Herstellung eines künstlichen Steinkernes überzeugte — sprechen deutlich für die Bestimmung. Allein die Erwägung, dass die Grösse der mitteldevonischen Art im Durchschnitt doch wesentlich hinter der unserer Form zurückbleibt, veranlasste mich, diese zu der SOWERBY'schen Art zu ziehen.

116. *Orthis triangularis* (ZEIL.) MAURER. — Taf. III Fig. 6.

Orthis lodanensis FRECH, Geologie der Umgegend von Haiger (Abh. z. geol. Spec.-Karte. 8. Heft 3). p. 32. Taf. III Fig. 4.
„ *dorsoplana* FRECH, l. c. p. 34. Taf. III Fig. 5.
„ *triangularis* (ZEIL.) MAURER, Mittheilungen über Synonyme aus der Fauna des rechtsrheinischen Unterdevons (dies. Jahrb. 1889. II. 158 ff.). Taf. III Fig. 8—12.

Ein Ventralklappensteinkern von Rossbach II liegt vor.

[1] Ein junges, von Dörbach stammendes Exemplar ist Taf. III Fig. 5 abgebildet.

Digitized by Google

117. *Orthis tectiformis* n. sp. — Taf. III Fig. 4a—c.

? Orthis circularis Sow. mut. postuma Frech, Lethaea pal. 2. 1. Lief. Taf. XXIV b Fig. 8.

Wie Frech, so glaubte auch ich anfangs, dass hier nur eine Mutation von *Orthis circularis* vorliege. Nachdem mir jedoch Herr Geh. Oberpostrath Schwerd in Coblenz in liebenswürdiger Weise ein ziemlich umfangreiches Vergleichsmaterial der in der dortigen Gegend anscheinend nicht seltenen Art zur Verfügung gestellt hatte, erkannte ich, dass man es mit einer selbständigen Art zu thun hat. Sowohl die inneren Charaktere wie die äussere Gestaltung trennen unsere Art deutlich von *O. circularis* Sow.

Die hervorstechendsten äusseren Kennzeichen sind das dachförmige Profil (Fig. 4c) der Ventral- und der diesem entsprechende deutliche Sinus in der Dorsalklappe bei erwachsenen Exemplaren. Der Muskelzapfen der Ventralklappe ragt im Gegensatze zu *O. triangularis* nicht oder nur sehr wenig über den Schlossrand hinaus, die Zahnstützen sind abweichend von *O. circularis* deutlich gekrümmt, ziemlich schwach entwickelt und schliessen einen spitzen Winkel ein. Vom Wirbel bis ungefähr zur halben Länge der Ventralklappe verläuft ein deutliches Medianseptum, welches jedoch bis beinahe an den Schalenrand reichen kann. Jüngere Exemplare zeigen das dachförmige Profil weniger deutlich, sondern eine mehr gleichmässige Wölbung. Die inneren Charaktere der Dorsalklappe ähneln denen von *O. circularis*. Bei dieser ist jedoch der Schlossfortsatz viel stärker entwickelt und die breiten, starken Muskelwülste bleiben von ihrer Umgebung durch eine tiefe Rinne getrennt. Bei unserer Art ist dagegen der Schlossfortsatz sehr schwach ausgebildet, die Muskelwülste sind schmal und langgestreckt, kaum von ihrer Umgebung abgesetzt, aber durch eine tiefe Furche, welche allmählich in den Sinus übergeht, von einander geschieden. Letzterer bedingt eine schwache Einbuchtung des Schalenrandes. Die Sculptur ist dieselbe wie bei *O. triangularis*, also etwas gröber als bei *O. circularis*. Der Umriss ist fast immer kreisrund. Das Fig. 4a abgebildete alte Exemplar ist das grösste. Unsere Art bleibt also an Grösse hinter *O. circularis* mut. *transfuga* m. zurück.

Digitized by Google

Vorkommen: Rossbach I und II, Haigerer Papiermühle, Gegend von Coblenz (Niederlahnstein?), Friedrichsegen—Mielen, Feldberg bei Oberlahnstein, Dörbach (?), Oberharz[1].

Es ist möglich, dass sich unter dem mir zur Verfügung stehenden Coblenzer Material noch eine besondere, von der typischen *O. tectiformis* zu trennende Abänderung befindet. Dieselbe ist ausgezeichnet durch gerade, unter einem sehr spitzen Winkel zusammenstossende Zahnstützen. Zur Aufstellung einer neuen Varietät ist das Material aber zu gering.

118. *Orthothetes umbraculum* Schl. sp.

Streptorhynchus umbraculum Kays. (II.) p. 100. Taf. XII Fig. 4 u. Taf. XVIII Fig. 1—5.

Schlecht erhaltene Reste dieser Art liegen vor von Altenvers H., und dem Untercoblenz von Herbornseelbach und Rolshausen.

119. *Stropheodonta (Leptostrophia) explanata* Sow. sp.

Stropheodonta (Leptostrophia) explanata Dreverm. l. c. p. 115. Taf. XIV Fig. 18, 19.

Bei Rossbach I sehr häufig, auch bei Altenvers H. und im Untercoblenz von Herbornseelbach vorkommend.

120. *Stropheodonta (Leptostrophia) subarachnoidea* Arch. et Vern. sp.

Stropheodonta (Leptostrophia) subarachnoidea Kays. (II.) p. 101. Taf. XIX Fig. 1, 2.

Einige schlecht erhaltene Steinkerne stammen aus dem Untercoblenz von Herbornseelbach.

121. *Stropheodonta piligera* Sandb. sp.

Strophomena piligera Sandb., Versteinerungen rhein. Sch. in Nassau. p. 361. Taf. XXXIV Fig. 10, 10a, b, c.

In der Grauwacke von Rossbach häufig; nicht selten sind dort Formen, bei welchen sich — infolge höheren Alters, wie Kayser (Hauptquarzit p. 58) annimmt — die Schale in der Nähe des Randes knieförmig umbiegt und eine Schleppe bildet.

[1] Ich fand ein Exemplar zusammen mit *Spirifer subcuspidatus* Schn. var. *lateincisa* Scup. (s. p. 50) am Rammelsberge bei Goslar.

Digitized by Google

122. *Craniella cassis* Zeil. sp.

Craniella cassis Kays. (II.) p. 65. Taf. VI Fig. 7—9, Taf. VII Fig. 1, Taf. IX Fig. 7 u. Taf. XXII Fig. 9.

Bei Rolshausen und Rossbach I nicht selten, vereinzelt auch bei Rossbach II vorkommend.

123. *Discina* sp.

Ein Exemplar dieser Art stammt von Altenvers H. Sie lässt sich vergleichen mit *(Orbicula) Discina arduennensis* Schn. sp. (Brachiopoden der Eifel. p. 229. Taf. XLIII Fig. 7a—d).

124. *Discina* sp.

Einige schlecht erhaltene Reste von Rolshausen liegen vor.

125. *Lingula* sp. aff. *squamiformis* Phill.

Lingula squamiformis Davidson, Brit. dev. Brach. p. 105. Taf. XX Fig. 11, 12.

Ein von Altenvers H. stammendes Exemplar ist 18 mm lang und 13 mm breit. Der Umriss und die vom Wirbel der Ventralklappe ausgehende und ungefähr bis $\frac{2}{3}$ der Schalenlänge reichende Furche stimmen überein mit der englischen. Davidson giebt als Niveau der Form Oberdevon? an.

Bryozoa.

126. *Fenestella?* sp.

In allen unseren Ablagerungen kommen unbestimmbare Reste vor, die wohl hierher gehören.

Crinoidea.

127. *Ctenocrinus* sp.

Von Altenvers H., wo Crinoidenreste besonders häufig vorkommen, liegt ein schlecht erhaltener Kelch der genannten Gattung vor.

128. *Crinoidea* gen. et sp. ind.

Zahllose Stielglieder fanden sich in allen unseren Ablagerungen.

Digitized by Google

Tetracorallia und Tabulata.

129. *Zaphrentis ovata* Ludw. sp.

Hexorygmaphyllum ovatum Ludw., Korallen aus palaeolithischen Formationen. Palaeontogr. von H. v. Meyer. 14. p. 177. Taf. XLIV Fig. 3a, b.

Bei Rossbach I und II kommt diese Koralle nicht selten vor.

Ähnliche Formen bilden in den zum Mitteldevon überleitenden dünnplattigen Grauwackenschiefern (mit und ohne Kieselgallen) oft das einzige Fossil. Sie sind jedoch stets so schlecht erhalten, dass eine sichere Bestimmung kaum möglich ist.

130. *Pleurodictyum problematicum* Goldf.

Pleurodictyum problematicum Sandb., Versteinerungen Rhein. Sch. in Nassau. p. 405. Taf. XXXVII Fig. 8—8c.

Im Untercoblenz von Herbornseelbach, sowie bei Altenvers H., Rossbach I und II nicht selten.

Ich lasse nun eine Zusammenstellung der Arten der verschiedenen, nach ihren Fundorten geordneten Horizonte folgen.

I. Singhofener Horizont? von Rolshausen.

		Älteres Unterdevon	Stufe d. *Spir. Hercyniae*	
			Singhofen	Oberstadtfeld etc.
1	Fischrest	—	—	—
2	*Cryphaeus* n. sp.	—	—	×
3	*Lichas* cf. *Haueri* Barr.	—	—	—
4	*Avicula crenato-lamellosa* Sdbg. em. Frech	+	+	+
5	— *crenato-lamellosa* var. *pseudolaevis* Oehl.	+	+	+
6	*Aviculopecten Jugleri* A. Roem. sp.	—	—	—
7	*Carydium sociale* Beush.?	?	—	+
8	*Cucullella elliptica* Maur.	+	—	+
9	— cf. *triquetra* Conr.	—	—	+
10	— *truncata* Stein. sp.	+	—	+
11	*Cypricardella elongata* Beush.	?	—	+
12	*Goniophora bipartita* F. Roem. sp.	+	?	?

+ bedeutet das Auftreten derselben, × das einer verwandten Art.

Digitized by Google

		Älteres Unterdevon	Stufe d. *Spir. Hercyniae*	
			Singhofen	Oberstadtfeld etc.
13	*Goniophora eifeliensis* KAYS.	–	–	+
14	— *trapezoidalis* KAYS.	+	–	–
15	*Gosseletia truncata* F. ROEM. sp.	–	–	–
16	*Limoptera bifida* SANDB. sp.	+	+	+
17	*Modiomorpha modiola* BEUSH.	–	–	+
18	*Myophoria Roemeri* BEUSH.?	–	–	?
19	*Pterinea costata* GOLDF.	?	–	+
20	— cf. *costata* GOLDF.	+?	–	–
21	— *lineata* GOLDF.?	–	–	–
22	*Capulus cassideus* A. u. V. sp.	–	–	+
23	*Conularia fimbriata* n. sp.	–	–	–
24	*Athyris caeraesana* STEIN. sp.	–	–	+
25	— *macrorhyncha* SCHN. sp.	–	–	–
26	— cf. *macrorhyncha* SCHN. sp.?	–	–	–
27	— *undata* DEFR. sp.	+	–	+
28	*Chonetes plebeja* SCHN.	–	–	+
29	— *sarcinulata* SCHL.	+	+	+
30	*Craniella cassis* ZEIL. sp.	+	–	+
31	*Cyrtina heteroclita* DEFR. sp.	+	–	+
32	*Discina* sp.	–	–	–
33	*Megalanteris Archiaci* SUESS	+	–	+
34	*Orthis* aff. *hysterita* GMELIN?	×	–	×
35	*Orthothetes umbraculum* SCHL. sp.	+	–	+
36	*Rhynchonella daleidensis* F. ROEM. sp.	+	+	+
37	*Spirifer arduennensis* SCHN. mut. *antecedens*			
38	FRANK	–	–	–
	— *carinatus* SCHN.	×	–	+
39	— aff. *Nerei* BARR.	–	–	–
40	— *subcuspidatus* var. *humilis* SCUP.	?	–	+
41	*Trigeria Gaudryi* OEHL. sp.	–	–	–
42	*Fenestella?* sp.	–	–	–

II. Untercoblenz von Herbornseelbach.

		Oberstadtfeld
1	Fischrest	×
2	*Homalonotus armatus* BURM.	+
3	— *crassicauda* SANDB.?	–

Digitized by Google

		Ober-stadtfeld
4	*Cryphaeus laciniatus* F. Roem. sp.	+
5	*Ctenodonta Maureri* Beush.	+
6	*Goniophora Schwerdi* Beush.	+
7	*Limoptera semiradiata* Frech?	+
8	*Pterinea costata* Goldf.	+
9	*Chonetes plebeja* Schn.	+
10	— *sarcinulata* Schl.	+
11	*Orthis hysterita* Gmelin?	×
12	*Orthothetes umbraculum* Schl. sp.	+
13	*Rensselaeria* cf. *strigiceps* F. Roem. sp.?	×
14	*Rhynchonella daleidensis* F. Roem. sp.	+
15	*Spirifer arduennensis* Schn.	+
16	— *carinatus* Schn.	+
17	— *Hercyniae* Gieb.	+
18	— *latestriatus* Maur.	+
19	— *subcuspidatus* Schn. var. *humilis* Scup.	+
20	*Stropheodonta explanata* Sow. sp.	+
21	— *subarachnoidea* A. u. V. sp.	×
22	*Bellerophon carina* Beush.	—
23	*Pleurodictyum problematicum* Goldf.	—
24	*Fenestella?* sp.	—
25	*Crinoidea* gen. et sp. ind.	+

III. Coblenzquarzit von Willershausen.

1	*Bellerophon brevis* Maur.
2	*Chonetes plebeja* Schn.
3	— *sarcinulata* Schl.
4	*Spirifer arduennensis* Schn.
5	— *paradoxus* Schloth.
6	?— *subcuspidatus* Schn. var. *lateïncisa* Scup.

IV. Eigentliche Obercoblenzschichten[1].

a) Rossbach u. a. O.

		Gegend von Coblenz	Harz (Schalker- + Rammelsberger Sch.)
1	*Cryphaeus laciniatus* F. Roem. sp.	+	+
2	— cf. *laciniatus* F. Roem. sp.	—	—
3	*Homalonotus crassicauda* Sandb.	+	+

[1] Die bislang nur aus dem Harze bekannten Arten sind gesperrt gedruckt (s. Fussnote 3 p. 27).

Digitized by Google

		Gegend von Coblenz	Harz (Schalker- + Rammelsberger Sch.)
4	*Homalonotus gigas* A. Roem.[1]	+	+
5	*Orthoceras* sp. div.	—	—
6	*Allerisma inflatum* Stein. sp.	+	×
7	*Avicula crenato-lamellosa* Sandb. em. Frech	+	—
8	— var. *pseudolaevis* Oehl.	+	—
9	*Carydium sociale* Beush.	+	+
10	*Conocardium rhenanum* Beush.	+	—
11	*Ctenodonta* cf. *Krotonis* A. Roem. sp.	—	—
12	— *prisca* Goldf. sp.	+	—
13	— sp. aff. *Roemeri* Beush.	+	—
14	*Cucullella* cf. *oblongata* Conr.?	—	—
15	— cf. *triquetra* Conr.	+	—
16	— *truncata* Stein sp.	+	+
17	*Cypricardella* sp.?	—	×
18	*Cypricardinia crenistria* Sandb. sp.	+	—
19	*Goniophora nassoviensis* Kays.	+	+
20	*Gosseletia angulosa* Frech	+	—
21	— *truncata* F. Roem. sp.	+	—
22	*Grammysia obscura* Beush.	+[2]	—
23	*Leptodomus striatulus* F. Roem.[3] sp.	+[4]	+
24	*Modiola antiqua* Beush.[5]	+	+
25	— *lodanensis* Beush.	+[6]	—
26	*Modiomorpha modiola* Beush.	+	—
27	*Myophoria circularis* Beush.	+	—
28	— *peregrina* Beush.	+	×
29	*Nucula confluentina* Beush.	+	×
30	— cf. *confluentina* Beush.	—	—
31	*Nuculana securiformis* Goldf. sp.	+	+
32	*Prosocoelus orbicularis* Beush.?	+	+
33	— *vetustus* Roem. sp.	—	+
34	*Pterinea costata* Goldf.	+	+
35	— *lineata* Goldf.	+	×
36	*Bellerophon bipartitus* Sandb.	+	—
37	— *brevis* Maur.	?	—

[1] Von der Höhe 420,6 nördlich Wilsbach.
[2] Von Prüm.
[3] Vom Hemmerich.
[4] teste F. Roemer.
[5] teste Beushausen.
[6] Von Daleiden teste Beushausen.

Digitized by Google

		Gegend von Coblenz	Harz (Schalker- + Rammelsberger Sch.)
38	*Bellerophon (Phragmostoma) rhenanus* DREV.	—	—
39	— *sphaericus* n. sp.	—	?
40	— *tumidus* SANDB.	+	+
41	*Coleoprion gracile* SANDB.	+	+
42	*Loxonema* sp.	—	—
43	*Murchisonia polita* MAUR.	+	—
44	*Pleurotomaria striata* GOLDF.	+	—
45	*Tentaculites scalaris* SCHL.	+	+
46	*Anoplotheca* sp.	—	—
47	*Athyris caeraesana* STEIN. sp.	—	—
48	— *macrorhyncha* SCHN. sp.	+	+
49	— *undata* DEFR. sp.	+	+
50	*Atrypa reticularis* LIN.?	+	+
51	*Chonetes dilatata* F. ROEM. sp.	+	+
52	— *plebeja* SCHN.	+	+
53	— *sarcinulata* SCHL.	+	+
54	*Craniella cassis* ZEIL. sp.	+	+
55	*Cyrtina heteroclita* DEFR.	+	+
56	*Megalanteris Archiaci* SUESS	+	—
57	*Orthis circularis* SOW. n. mut. *transfuga*	+	—
58	— *hysterita* GMELIN	+	+
59	— *tectiformis* n. sp.	+	+
60	*Retzia?* sp. aff. *Oliviani* DE VERN. sp.?	×	×
61	*Rhynchonella daleidensis* F. ROEM. sp.	+	+
62	*Spirifer arduennensis* SCHN.	+	+
63	— *carinatus* SCHN.	+	+
64	— *curvatus* SCHL.	+	+
65	— *daleidensis* STEIN.	+	+
66	— *paradoxus*	+	+
67	— *subcuspidatus* SCHN.	+	+
68	— „ „ var. *alata* KAYS.	+	+
69	— „ „ var. *tenuicosta* SCUP.	+	—
70	— sp.	—	×
71	*Stropheodonta explanata* SOW. sp.	+	+
72	— *piligera* SANDB. sp.	+	+
73	*Uncinulus antiquus* SCHN. sp.	+	—
74	— *pila* SCHN. sp.	+	—
75	— *(Eatonia) peregrinus* DREV.	—	—
76	*Fenestella?* sp.	—	—
77	*Crinoidea* gen. et sp. ind.	—	—
78	*Pleurodictyum problematicum* GOLDF.	+	+
79	*Zaphrentis ovata* LUDW.	+	—

Digitized by Google

		Gegend von Coblenz	Harz (Schalker + Rammelsberger Sch.)
	b) Altenvers H.		
1	*Avicula crenato-lamellosa* Sandb. em. Frech .	+	–
2	*Chonetes dilatata* F. Roem. sp.	+	+
3	— *plebeja* Schn.	+	+
4	— *sarcinulata* Schl.	+	+
5	*Cryphaeus laciniatus* F. Roem.	+	+
6	*Ctenocrinus* sp.	–	–
7	*Cypricardella* sp.?.	–	×
8	*Discina* sp.	–	–
9	*Goniophora nassoviensis* Kays.	+	+
10	— *Schwerdi* Beush.[1]	+	–
11	*Grammysia prumiensis* Beush.	?	–
12	*Homalonotus* sp.	–	–
13	*Leptodomus* sp.	–	–
14	— *striatulus* F. Roem. sp.	+	+
15	*Lingula* sp. aff. *squamiformis* Phill.	–	–
16	*Modiola antiqua* Beush.?	+	+
17	*Modiomorpha Follmanni* Beush.?	+	–
18	— *modiola* Beush.	+	–
19	*Orthothetes umbraculum* Schl. sp.	+	+
20	*Pterinea costata* Goldf.	+	+
21	*Pleurodictyum problematicum* Goldf.	+	+
22	*Pleurotomaria striata* Goldf.	+	–
23	*Rhynchonella daleidensis* F. Roem. sp.	+	+
24	— cf. *Dannenbergi* Kays.	×	–
25	*Spirifer arduennensis* Schn.	+	+
26	— *carinatus* Schn.	+	+
27	— *paradoxus* Schloth.	+	+
28	*Stropheodonta explanata* Sow. sp.	+	+

V. Gallenschichten der „obersten Coblenzschichten", Haiger-Schichten von Rossbach u. a. O.

		Haiger	Harz (teste Beush.[2])
1	*Dilophaspis lata* Traquair	–	–
2	Fischrest	–	–

[1] Zwischen Rodenhausen und Oberweidbach (s. p. 19).

[2] Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. f. 1898 (L. Beushausen und M. Koch, Mitth. über Aufn. auf Blatt Riefensbeck, im Ablagerungsgebiet des Bruchbergquarzits und der Siebergrauwacke) p. XXXVIII.

Digitized by Google

		Haiger	Harz (teste Beush.)
3	*Beyrichia strictisulcata* Sandb.?	—	—
4	*Bollia varians* Sandb.?	—	—
5	*Cryphaeus laciniatus* F. Roem. sp.	?	×
6	— *Lethaeae* Kays.	—	—
7	*Homalonotus* sp.	×?	×?
8	*Phacops* sp.	×?	×?
9	*Orthoceras* sp. div.	+	+
10	*Avicula crenato-lamellosa* Sandb. em. Frech	—	—
11	— *crenato-lamellosa* Sandb. var. *pseudolaevis* Oehl.	—	—
12	*Buchiola* cf. *digitata* A. Roem. sp.	—	—
13	*Buchiola* n. sp.	—	—
14	*Cardiola pectinata* n. sp.	—	×
15	*Carydium sociale* Beush.	—	—
16	*Cucullella elliptica* Maur.	—	—
17	— cf. *oblongata* Conr.	—	—
18	— cf. *triquetra* Conr.	—	—
19	— *truncata* Stein. sp.	—	—
20	*Goniophora applanata* Beush.	—	—
21	— cf. *Hauchecornei* Beush.?	—	—
22	— *nassoviensis* Kays.	—	—
23	*Nucula confluentina* Beush.	—	—
24	— cf. *confluentina* Beush.	—	—
25	*Nuculana securiformis* Goldf. sp.	—	—
26	*Bellerophon bipartitus* Sandb.	—	—
27	— *sphaericus* n. sp.	—	—
28	*Pleurotomaria striata* Goldf.	+	—
29	*Hyolithus* sp. 1	—	—
30	— sp. 2	—	—
31	*Conularia* sp.	—	—
32	*Styliolina* sp.	—	—
33	*Tentaculites scalaris* Schloth.	—	—
34	*Atrypa reticularis* Lin.?	+	—
35	*Chonetes plebeja* Schn.	—	—
36	— *sarcinulata* Schl.	—	—
37	*Craniella cassis* Zeil.	—	—
38	*Orthis tectiformis* n. sp.	+	—
39	— *striatula* Schl.	+	—
40	— *triangularis* Zeil.	+	—
41	*Retzia?* sp. aff. *Oliviani* de V. sp.?	×	—

Digitized by Google

		Haiger	Harz (teste Beush.)
42	*Rhynchonella daleidensis* F. Roem. sp. . . .	+	—
43	*Spirifer arduennensis* Schn.	+	—
44	— *carinatus* Schn. var. *latissima* Scup. . . .	—	—
45	— *paradoxus* Schl.	+	—
46	— *subcuspidatus* Schn.	+	—
47	*Uncinulus pila* Schn. sp.	+	—
48	*Crinoidea* gen. et sp. ind.	—	—
49	*Pleurodictyum problematicum* Goldf.	+	—
50	*Zaphrentis ovata* Ludw.	×	—

Schlussbemerkungen.

Überblicken wir die obigen Auseinandersetzungen noch einmal, so kommen wir zu nachstehenden Ergebnissen:

I. Folgende stratigraphische Horizonte sind im Unterdevon zwischen Marburg und Herborn bisher nachgewiesen (von unten nach oben):

1. Singhofener Horizont? — bei Rolshausen, mit zahlreichen Aviculiden, *Trigeria Gaudryi* und *Spirifer arduennensis* mut. *antecedens*.
2. Untercoblenz — wichtigster Versteinerungsfundpunkt bei Herbornseelbach. — Fauna ähnlich der von Oberstadtfeld.

} Stufe des *Spirifer Hercyniae*.

3. Coblenzquarzit — bei Willershausen.
4. Eigentliche Obercoblenzschichten — wichtigster Versteinerungsfundpunkt bei Rossbach. Einschaltung von sogen. „Haliseritenschiefern“ in der Grauwacke bei Altenvers.
5. „Haiger-Schichten.“ (Neuer Name für den Theil der „obersten Coblenzschichten“, der noch *Spirifer paradoxus* enthält. Hierher gehören die Schiefer mit Kieselgallen, die eine verhältnissmässig reiche Fauna bei Rossbach geliefert haben.)

} Stufe des *Spirifer paradoxus*.

II. Innerhalb der eigentlichen Obercoblenzschichten zeigen sich im Auftreten dreier Arten bemerkenswerthe Beziehungen zur Obercoblenzfauna des Oberharzes.

Digitized by Google

III. Die Kenntniss der Faunen der verschiedenen Horizonte wurde durch die vorliegende Arbeit beträchtlich erweitert. Es ergaben sich:

1.	bei Rolshausen	42	Arten.
2.	„ Herbornseelbach	25	„
3.	„ Willershausen	6	„
4.	„ Rossbach I u. a. O.	79	„
	„ Altenvers H	28	„
5.	„ Rossbach II u. a. O.	50	„

IV. Folgende Arten wurden neu aufgestellt:

Dilophaspis lata Traquair,
Conularia fimbriata,
Bellerophon sphaericus,
Orthis tectiformis.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Diabase an der Bahnstrecke Hartenrod–Uebernthal bei Herborn.

Von

Fr. Heineck in Giessen.

Mit Taf. V—XII und 11 Textfiguren.

Durch den Bau der neuen Bahnstrecke von Weidenhausen nach Herborn, welche die Verbindung zwischen dem oberen Lahnthal und dem Dillthal herstellen soll, sind im hessischen Hinterland eine Reihe von geologisch interessanten Aufschlüssen geschaffen worden, die ein besonders werthvolles Material zu liefern versprachen zur Kenntniss derjenigen Gesteine, welche man mit einem landläufigen Namen als Grünsteine zu bezeichnen pflegt. Diese näher zu untersuchen, soll die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein.

Die neue Bahn, welche das ehemalige hessische Hinterland in ostwestlicher Richtung durchquert, hat z. Th. sehr schwieriges Gelände zu überwinden. Um die Steigung bis zum höchsten Punkte der Bahnlinie allmählich zu nehmen, musste sie an den Gehängen der Thäler emporgeführt werden, was die Anlage von tiefen Einschnitten in die hier und da vorspringenden Bergrücken nöthig machte, wodurch dem Geologen eine Reihe der schönsten Aufschlüsse blossgelegt wurden. Gleich bei dem Dorfe Hartenrod am oberen Ende des Salzbödethales ist durch einen über 100 m langen Einschnitt ein mächtiges Diabaslager freigelegt worden. Hier verlässt die Bahn ihre westliche Richtung und folgt einem kleinen Seitenthale, um nach etwa 1½ km die Wasserscheide zwischen der oberen Lahn und Dill in einem etwa 700 m langen Tunnel zu

Digitized by Google

durchbrechen. Zwei tiefe Einschnitte, die von beiden Seiten zum Tunnel heranführen, bieten geologisch wieder manches Bemerkenswerthe. Von da ab hält sich die Bahn im Thale des Siegbaches, auch hier wieder auf hohen Dämmen und in tiefen Einschnitten, um über Eisemroth und Übernthal bis Bischoffen allmählich auf weniger schwieriges Gelände herabzusteigen.

Die Diabase der Gegend, welche die Bahn durchquert, haben bisher in der Literatur kaum je Erwähnung gefunden, abgesehen von kurzen Bemerkungen, welche sich wohl meist auf Deckdiabase beziehen, die in diesem Gebiete eine grosse Verbreitung besitzen. Von den an der Bahnstrecke in Betracht kommenden Gesteinen war nur das Vorkommen des grobkörnigen Diabases bei Hartenrod bekannt. Ludwig bezeichnet es in seinen Erläuterungen zur Section Gladenbach[1] als einen zum Oberdevon zu stellenden Gabbro, der auch Kupfererze geführt hat, welche früher hier abgebaut worden seien. Auf der v. Dechen'schen Karte der Rheinprovinz ist das Gestein nicht angegeben, obwohl es auch oberhalb der Bahn im Felde, allerdings in unfrischem Zustande, anzutreffen ist. Die übrigen Diabase der Strecke sind zum grossen Theil durch den Bahnbau erst blossgelegt und der Beobachtung zugänglich gemacht worden.

Lagerungsverhältnisse und Alter der Diabase der Bahnstrecke.

Bei Besprechung der verschiedenen Diabase werden wir uns an die Reihenfolge halten, in welcher die einzelnen Vorkommnisse an der Bahnstrecke von Osten nach Westen aufeinander folgen. Obwohl sich die in Betracht kommenden Gesteine genetisch und petrographisch von einander unterscheiden, sollen ihre Lagerungsverhältnisse und ihr Alter doch im Zusammenhang behandelt werden.

Für die Beurtheilung des Alters unserer Diabase, wie überhaupt ihrer Stellung im Schichtensystem der ganzen Gegend, war es von grossem Vortheil, dass die geologische Landesaufnahme im Maassstab 1:25000 in dieser Gegend in

[1] R. Ludwig, Erläuterungen zur Section Gladenbach der geologischen Specialkarte des Grossherzogthums Hessen. Darmstadt 1870. p. 101.

Digitized by Google

der Hauptsache schon beendet war, und dass dem Verfasser vorliegender Arbeit ein Exemplar der noch nicht erschienenen Section Oberscheld zur Verfügung stand, das dem hiesigen mineralogischen Institut von Herrn Professor Kayser-Marburg und Herrn Professor Scheibe-Berlin in dankenswerther Weise überlassen worden war. Herr Professor Kayser, der das ganze Gebiet geologisch bearbeitet hat, besass ausserdem die Liebenswürdigkeit, mit Herrn Professor Brauns und mir die Strecke zu begehen; ich verdanke ihm viele werthvolle Winke, besonders über die Lagerungsverhältnisse der Gegend, und ich werde stets der interessanten und anregenden Stunden gedenken, die ich mit ihm dort verbringen durfte.

Der Einschnitt von Hartenrod, in dem der erste der zu besprechenden Diabase ansteht, liegt gleich oberhalb des Dorfes, zwischen dem Bahnhof und dem grossen Viaduct, welcher das von Schlierbach herabkommende Seitenthal überbrückt. Die Bahn durchschneidet hier einen kleinen Diabasrücken, der sich bis an das Dorf heranzieht, in ungefähr ostwestlicher Richtung. Die den Diabas umgebenden Sedimente stehen nur am östlichen Ende des Einschnittes an: es sind hellgefärbte oberdevonische Schiefer, abwechselnd mit mehr quarzitisch ausgebildetem glimmerhaltigem Sandstein. Die Schichten streichen hier ungefähr von Südwesten nach Nordosten und fallen unter einem Winkel von 60°, mehr nach dem Diabas zu unter 40°, nach Südosten ein. Der Schiefer ist vielfach im Kleinen gefaltet, auch eine kleine Verwerfung scheint ihn ganz in der Nähe des Diabases zu durchsetzen. Auf der niedrigeren Seite des Einschnittes setzt der Schiefer scharf gegen den Diabas ab, während im gegenüberliegenden Profil die Trennungslinie weniger regelmässig verläuft, da Diabas und Schiefer etwas ineinander übergreifen, was dadurch zu Stande gekommen sein könnte, dass das Magma in einen schon vorhandenen Hohlraum, der bei der Faltung des Schiefers entstanden war, eingedrungen ist. Die Hauptmasse des Diabases aber ist, soweit sich das verfolgen lässt, durch eine ebene Fläche gegen die Sedimentschichten abgegrenzt. Von dieser Contactfläche ist ein grosses Stück sehr schön freigelegt und noch theilweise mit dünnen Platten des direct auflagernden Schiefers bedeckt. Dieser ist weder in der Farbe

Digitized by Google

wesentlich verändert, noch unterscheidet er sich sonst äusserlich von den quarzitischen Einlagerungen des normalen Schiefers. Von dieser Contactzone ab wird der ganze Einschnitt — etwa 95 m — eingenommen von dem Diabas, welcher am westlichen Ende unter das Niveau der Bahn hinabgeht und gleich darauf an oberdevonischen Sandstein grenzt. Nicht weit von hier am Berge abwärts, schon nahe der Thalsohle, ist ein ebensolcher Diabas in Blöcken anstehend zu finden. Im Thale selbst, unmittelbar am Weg nach Schlierbach, ist neuerdings durch einen Aufbruch das Liegende dieses Diabases aufgeschlossen worden, welches von oberdevonischem, glimmerreichem Sandstein gebildet wird, dem ähnlich, der im Hangenden des Diabases im Einschnitt auftritt.

Das Gestein von Hartenrod zeichnet sich aus durch seine verhältnissmässig grosse Frische, die schon im Handstück die Structur und die hauptsächlichen Gemengtheile deutlich hervortreten lässt. Es ist, abgesehen von den randlichen Partien, sehr grobkörnig ausgebildet, wenigstens im Vergleich zu anderen Diabasen des Gebietes. Das spricht für die Intrusivnatur des Gesteines; die körnige Beschaffenheit desselben allein ist kein Beweis dafür, was besonders aus den Untersuchungen von R. Brauns hervorgeht[1], der an einem körnigen Diabas von Quotshausen im hessischen Hinterland lavenartige, geflossene Oberflächen entdeckte und damit die Ergussnatur dieses körnigen Gesteins ausser Frage stellte. Am Rande ist unser Gestein dicht, ohne irgendwelche Anzeichen ursprünglicher Oberflächenformen. Dass es sich in der That um keinen effusiven Diabas handeln kann, wird ausserdem schon hinlänglich durch das Auftreten von durch Contact verändertem Schiefer im Hangenden bewiesen, aber auch durch das Fehlen aller derjenigen Momente, die für ein Oberflächengestein charakteristisch zu sein pflegen. Der Diabas von Hartenrod ist demnach als ein Intrusivlager aufzufassen in den Schichten des unteren oder mittleren Oberdevons. Damit wird er losgelöst von anderen oberdevonischen Diabasen dieser Gegend, die schon lange den bezeichnenden Namen Deckdiabase führen,

[1] R. Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterland II. Zeitschr. d. D. geol. Ges. 1889. p. 491.

Digitized by Google

und welche deckenartige Oberflächenergüsse darstellen, die dem obersten Oberdevon angehören, deren Auftreten das Ende der Devonzeit, und nach den bisherigen Erfahrungen auch das Ende der Diabaseruptionen im rheinischen Gebirge überhaupt bezeichnet.

Unmittelbar auf der anderen Seite des Viaductes bei Hartenrod beginnt der zweite Einschnitt, der den ersten an Länge und Tiefe übertrifft, aber fast nur mitteldevonischen, ziemlich dunkel gefärbten und regelmässig geschichteten Schiefer durchsetzt. In diesen Schiefer eingeschaltet findet sich ein ziemlich feinkörniger, dunkelgrauer Diabas, der in verwittertem Zustand eine hellere Farbe annimmt und dann einer Grauwacke sehr ähnlich sieht. Bis jetzt wurde er zur Untersuchung nicht herangezogen[1], ebenso wie verschiedene andere kleine Vorkommnisse der Bahnstrecke. Kurz vor dem südwestlichen Ende des Einschnitts tritt wieder derselbe oberdevonische Schiefer auf, wie in dem ersten Aufschluss und darin ein Diabas, der zwar dem ganz grobkörnigen von dort äusserlich wenig ähnlich sieht, der aber von manchen feinerkörnigen Varietäten der ersten Fundstelle nur schwer zu unterscheiden ist. Alter und Entstehung des Lagers scheinen hier dieselben zu sein wie dort.

Der nächste Aufschluss an der Ostseite des Tunnels macht uns mit Diabasen bekannt, die sich schon äusserlich als oberdevonische Deckdiabase zu erkennen geben. Dickwulstige, runde Formen, die sich als Oberflächenformen erweisen und unzweifelhaft die Ergussnatur des Gesteines darthun, sind hier, wie vielfach bei den Deckdiabasen des hessischen Hinterlandes, sehr deutlich zu beobachten, in vielen Fällen ist sogar die glasige Rinde noch in einer dünnen Schicht erhalten und mit dem blossen Auge zu erkennen. Indessen unterscheidet sich ein grosser Theil unseres Deckdiabases von ähnlichen Vorkommnissen durch seine auffallend dunkle, stellen-

[1] Neuerdings habe ich auch dieses Vorkommen schleifen lassen; u. d. M. erkennt man als Gemengtheile Feldspath in mässig grossen Leisten, trübe verwitterten Augit in unregelmässig begrenzten Individuen, kleine Körner von Titaneisen und auffallend viele Olivinformen, die jetzt von Calcit ausgefüllt sind; daneben die gewöhnlichen Verwitterungsproducte, besonders Chlorit.

Digitized by Google

weise ganz schwarze Farbe und seine veränderliche Structur. Fast nur das direct am Tunneleingang anstehende Gestein besitzt die gewöhnliche graubraune Farbe der meisten Deckdiabase und ist auch wie diese von reichlichen Kalkadern durchzogen. Es setzt sich bis in den Tunnel hinein fort, um dort von einem regelmässig geschichteten, ziemlich stark aufgerichteten und compacten mitteldevonischen Schiefer abgelöst zu werden, der bis an das westliche Ende des Tunnels zu verfolgen ist und auch oberhalb desselben zu Tage tritt. Kurz vor dem Ausgang steht in dem Schiefer ein stark verwittertes dunkles Gestein an, das äusserlich einem Diabas wenig ähnlich sieht und sich auszeichnet durch zahlreiche graue Flecken, die sich von der schwarzen Grundmasse stark abheben. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass es sich hier um einen Diabas handelt, der, soweit man das aus der Structur schliessen kann, ein Intrusivlager in den mitteldevonischen Schiefern bildet.

In ihrer äusseren Erscheinungsform sehr verschieden von den bisher erwähnten Diabasen sind die Gesteine von der Westseite des Tunnels nach Eisemroth zu. Hier befindet sich der interessanteste Einschnitt der Bahnstrecke. Er durchquert vom Tunnel aus zunächst nur Schiefer auf einer Strecke von ungefähr 45 m. — Die mächtigen Schiefermassen sind regelmässig geschichtet und ziemlich dünnplattig und fallen unter einem Winkel von etwa 45° nach Südosten ein bei einem Streichen von Südwesten nach Nordosten. Es beginnt dann eine interessante Schichtenfolge, gebildet aus einer Reihe von Diabaslagern, Tuffen derselben und Sedimenten von verschiedener Mächtigkeit, die in der mannigfaltigsten Weise miteinander abwechseln (vergl. Profil Fig. 1). Die kleinsten Diabaslager haben meist nur eine Mächtigkeit von 1—2 m, das grösste misst vom Hangenden bis zum Liegenden $7\frac{1}{2}$—8 m. Eine ganze Reihe derselben keilt in dem Einschnitt selbst aus, ohne den oberen Rand desselben zu erreichen. Die compacten Lager des Diabases heben sich recht gut von dem dunkel gefärbten Schiefer ab, und da sie ungefähr senkrecht zur Streichrichtung aufgeschlossen sind, lässt sich die Lagerung mit seltener Deutlichkeit verfolgen. Das letzte Diabaslager befindet sich am Ausgang des Einschnittes, überlagert von

Digitized by Google

einer ausgedehnten Tuffmasse, einem echten Schalstein, in welchem sich neben dem losen Tuffmaterial merkwürdige, knollige Stücke von verschiedener Grösse ausserordentlich zahlreich finden, die sich als echte vulcanische Diabasbomben erwiesen haben.

Die einzelnen Diabaslager sind dem Schiefer concordant eingelagert. Der Übergang vom Diabas zum Schiefer erfolgt im Hangenden wie im Liegenden unvermittelt, ohne dass sich an der Contactstelle eine Veränderung oder Störung der sich berührenden Gesteine zeigte. Hier und da zeichnen sich die Schieferflächen in der Nähe des Contactes nur dadurch aus, dass auf ihnen Schwefelkies in reichlicher Menge ausgeschieden ist, so dass sie oft ganz davon bedeckt sind, eine Erscheinung, die Rinne an mitteldevonischen Schiefern des Harzes im Contact mit Diabasen ebenfalls beobachtet hat. (Dies. Jahrb. Beil.-Bd. X. p. 406.) Eine Beziehung zwischen Schiefer und Diabasmaterial ist nur in manchen Fällen festzustellen, doch ist sie stets mechanischer Art und besteht darin, dass der Diabas in seinen randlichen Partien kleine Schieferstückchen eingeschlossen enthält.

Das Fehlen jeder Contactbildung und das Auftreten von echten Diabastuffen mit vulcanischen Auswürflingen darin würde schon genügen, um die hierher gehörigen Diabase als wirkliche Ergussgesteine zu kennzeichnen. Es lässt sich aber dafür noch eine ganze Reihe von Gründen

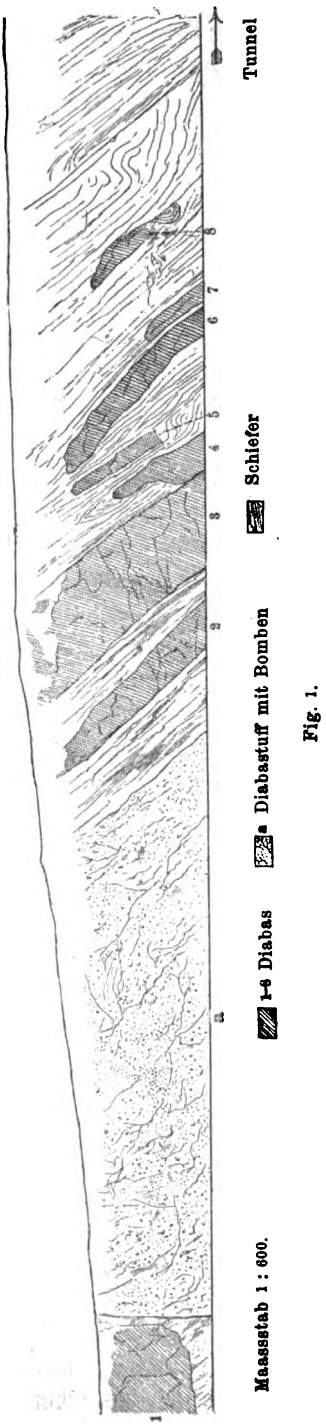


Fig. 1.

Digitized by Google

geltend machen, vor allem die dichte Structur des Gesteines bei porphyrischer Ausbildung einzelner Gemengtheile zusammen mit der vielfach glasigen Beschaffenheit. Abgesehen von diesen Eigenschaften, die hauptsächlich erst bei der mikroskopischen Untersuchung hervortreten werden, ist es auch auffällig, dass die einzelnen Schieferschichten, die zwischen je zwei Diabaslager eingefügt sind, trotz ihrer geringen Mächtigkeit nicht die geringste Störung oder Biegung zeigen, was kaum denkbar wäre, wenn die einzelnen Diabasmassen mit grosser Gewalt zwischen sie hineingepresst worden wären. Auch würde es nicht weniger merkwürdig sein, wenn bei Bildung eines Intrusivlagers sich das Eruptivmaterial auf eine grössere Anzahl von ganz dicht nebeneinanderliegenden, nur durch dünne Schieferschichten getrennten Klüften vertheilte. Nach alledem darf wohl nicht daran gezweifelt werden, dass die Diabase vom westlichen Tunneleinschnitt wirkliche Deckenergüsse sind.

Die dunklen Sedimente, zwischen denen sie lagern, führen zwar im Einschnitt keine Versteinerungen, tragen aber den Charakter von mitteldevonischen Schiefern, wie sie auch im Tunnel auftreten und welche auf der anderen Seite des benachbarten Thales anstehend gefunden werden und dort als zweifellos mitteldevonisch zu erkennen sind, da sie Versteinerungen einschliessen. Nach alledem wären die Diabase im Einschnitt westlich vom Tunnel als mitteldevonische Oberflächenergüsse aufzufassen.

In demselben mitteldevonischen Schiefer findet sich nicht weit vom Tunnel am Ostfusse des Reitz-Berges ein Diabas von ganz anderem Aussehen und anderer petrographischer Beschaffenheit. Er ist hier an einem kleinen Einschnitt aufgeschlossen, etwas unterhalb der Stelle, wo die Versteinerungen im Schiefer gefunden werden. Da das Gestein im Gegensatz steht zu fast allen bisher erwähnten Diabasen der Strecke, so soll es zum Vergleich mit diesen besonders besprochen werden.

Nur einige hundert Meter von der letzten Stelle entfernt, tritt in der Streichrichtung des Schiefers ein Diabas auf, welcher sowohl äusserlich wie mikroskopisch vollständig mit dem vom Tunnel übereinstimmt und daher auch gleichaltrig mit diesem sein wird. Die Einlagerung in den Schiefer ist nicht näher zu bestimmen, da nur einzelne Blöcke des Gesteins über die Oberfläche hervorragen.

Digitized by Google

Die nächsten An- und Einschnitte bis fast nach Übernthal zu, bieten nichts Bemerkenswerthes, da sie meist nur Schiefer durchbrechen, selten auch etwas Diabas, der gewöhnlich ganz zersetzt und schlecht aufgeschlossen ist.

Unmittelbar bei Übernthal befinden sich zwei grosse Einschnitte, von denen der erste und grösste Schalstein enthält, der andere Diabas und Schiefer. Dieser letzte Diabas bildet das Hangende von einem schmalen Zug von oberdevonischen Schiefern, und seine feinkörnige bis aphanitische, zum grossen Theil mandelförmige Ausbildung, die mikroskopische Structur und das Fehlen von Contactbildungen weisen ihm auch im Oberdevon seinen Platz an und stellen ihn zu den Deckdiabasen. Wulstartige Oberflächenformen, wie sie bei diesen ziemlich häufig vorkommen, zeigt er nicht, dafür eine andere ebenfalls vielfach zu beobachtende Erscheinung: zwischen die einzelnen Blöcke des Diabases eingequetscht findet sich Schiefer in wechselnder Menge, der, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, stellenweise mit tuffartigem Material gemengt ist, also in Schalstein übergeht. Derartige eingeklemmte Schieferpartien sind auch an der Ostseite des Tunnels bei Hartenrod zu beobachten und an verschiedenen anderen Stellen des Gebiets. Neben den Einschlüssen von Schiefer führt unser Deckdiabas auch häufig solche von Kalk (Iberger Kalk), sowohl im Einschnitt selbst, wie auch an einem Aufschluss etwas weiter oberhalb nach Eisemroth zu, wo die Erscheinung in Folge der Verwitterung noch besser hervortritt.

Eine sehr interessante Lagerungsstörung, die in dem kleinen Einschnitt zu verfolgen ist, glaube ich nicht unerwähnt lassen zu dürfen. Dass das Liegende des Deckdiabases hier von oberdevonischem, glimmerreichem Sandstein gebildet wird, wurde schon bemerkt. Der Diabas selbst wird direct überlagert von einer nicht ganz $3\frac{1}{2}$ m mächtigen Schicht von dichtem, steil aufgerichtetem Culmkieselschiefer; auf diesen folgt ein fast ebenso mächtiger, ganz verwitterter und durch Druck flaserig gewordener Deckdiabas und im Hangenden desselben wiederum Kieselschiefer. Dass eine Überschiebung vorliegt, tritt deutlich zu Tage, kleine Störungen des Kieselschiefers und die veränderte Beschaffenheit des Diabases deuten auf die Kräfte hin, welche hier gewirkt haben. Diese Über-

Digitized by Google

schiebungen sind von E. Kayser als solche erkannt und von ihm bin ich darauf aufmerksam gemacht worden; läge normale Lagerung vor, so müsste der Diabas wie der Kieselschiefer dem Culm angehören, was aller bisherigen Erfahrung widerspricht. Ein Profil mit analogen, ausgezeichneten Überschiebungen ist am Bahnhof Herborn aufgeschlossen, seine Beschreibung liegt aber nicht mehr im Rahmen dieser Aufgabe.

Über den Schalstein aus dem grossen Einschnitt bei Übernthal sei in Bezug auf Lagerungsverhältnisse und Alter noch einiges gesagt. Dass auch hier bedeutende tektonische Verschiebungen stattgefunden haben, geht daraus hervor, dass in den mitteldevonischen Schalstein unterdevonischer Schiefer eingeschaltet ist, der auch im Liegenden auftritt und hier seinerseits das Mitteldevon überlagert. Das Hangende des Schalsteins wird direct von oberdevonischem Sandstein gebildet, der aber nur geringe Mächtigkeit besitzt und das Liegende des Deckdiabases im zweiten, kleineren Einschnitt abgiebt. Der Schalstein ist durch seine ungewöhnliche Ausbildung ausgezeichnet, die, obwohl früher schon bekannt, erst jetzt ins Auge fällt, da er durch den Bahnbau vorzüglich aufgeschlossen ist. Das Gestein gehört dem grossen Schalsteinzuge an, der im Salzbödethal zwischen Hartenrod und Endbach beginnt und von da in südwestlicher Richtung bis nach Bicken hin zu verfolgen ist. Bei Übernthal und etwas südwestlich davon, an der sogenannten Blätterwand, erreicht er seine grösste Ausdehnung. Von letztgenannter Stelle erwähnt schon Stifft[1] das Gestein, allerdings als Grauwacke: „Nördlich und nordöstlich (von einer vorher besprochenen Stelle) liegt die in zwei kleine Thäler eingeschlossene schmale, aber ziemlich steile Anhöhe Blätterwand, die aus einer so grobkörnigen Grauwacke besteht, wie ich sie in unserem Lande nicht wieder angetroffen habe. Man findet darin Quarzkörner, oft deutlich krystallinisch und Schieferstücke von einem halben Zoll Grösse. Glimmer ist ebenfalls sehr häufig darin. Überraschend ist mir der schlackige Brauneisenstein in kleinen Körnern und Feldspathkrystalle, die ich hierin fand.“ Auch

[1] C. E. Stifft, Geognostische Beschreibung des Herzogthums Nassau. Wiesbaden 1831. p. 87.

Digitized by Google

erwähnt STIFFT schon das Vorkommen von Versteinerungen darin, die auch an verschiedenen anderen Stellen in diesem Schalsteine liegen und sein mitteldevonisches Alter ausser Frage stellen.

Petrographische Untersuchung der einzelnen Gesteine.

I. Der körnige Diabas aus dem ersten Einschnitt bei Hartenrod.

Der im ersten Einschnitt bei Hartenrod anstehende Diabas zeichnet sich vor allem durch seine Frische aus, die sich zunächst in seiner grossen Härte kundgiebt und die ihn zur petrographischen Untersuchung sehr geeignet erscheinen liess. Die Masse des Gesteins ist von Spalten durchzogen, welche es in einzelne Blöcke von meist sehr beträchtlichen Dimensionen zerlegen; äusserlich sind diese Blöcke durch Verwitterung etwas braun gefärbt, so dass das Gestein auf den ersten Blick weniger frisch aussieht, als es in Wirklichkeit ist: beim Anschlagen bemerkt man leicht, dass die Verwitterung kaum mehr als oberflächlich angesetzt hat, was auch schon daraus hervorgeht, dass die einzelnen Blöcke direct gegeneinander lagern, ohne dass sich ein Verwitterungsgrus dazwischen befindet. Regelmässige Verwitterungsformen sind im Einschnitt selbst kaum zu beobachten, oberhalb desselben im Felde sieht man aber häufig kugelförmige Diabasstücke, deren äussere Rinde sich meist schalenartig ablösen lässt. Auf den Spalten des Gesteins trifft man stellenweise Kalkspath in klaren, aber kleinen Krystallen, etwas Serpentin und wenig Prehnit; dieser ist häufiger in einem Steinbruch, der in der Fortsetzung des Diabaslagers nicht weit vom Einschnitt angelegt worden ist. Der Prehnit kommt hier in kleinen, blassgrünen Kryställchen vor, die die bekannten hahnenkammartigen Aggregate bilden.

Da das Material aus dem Einschnitt beim Bahnbau vielfach verwandt und die ausgebrochenen Blöcke zerkleinert wurden, so hatte man Gelegenheit, seine Beschaffenheit genauer kennen zu lernen. Von vornherein musste die Mannigfaltigkeit in der structurellen Ausbildung, in der Färbung und in der Korngrösse des Gesteines auffallen: von ganz feinkörnigen Varietäten, die trotz ihrer Frische keine Gemeng-

Digitized by Google

theile mehr erkennen lassen, fanden sich alle Übergänge bis zu den grobkörnigsten. Diese letzteren selbst zeigen unter sich wieder verschiedene Structur, indem die Feldspathe theils ausserordentlich lang leistenförmig ausgebildet sind, während sie in anderen Handstücken ganz klein erscheinen, dafür aber die dazwischen liegenden Augite und chloritischen Gemengtheile als dunkle Flecken hervortreten. Die Färbung verschiedener Stücke schwankt dabei zwischen grau und schwarz, wobei die einzelnen Farben oft gar nicht an eine bestimmte Structur gebunden sind. Nimmt man noch hinzu, dass ein grosser Theil des Diabases ein auffallend fleckiges Aussehen zeigt, so kann man sich die Mannigfaltigkeit im Aussehen der verschiedenen Stücke vorstellen.

Verfolgt man das Auftreten der einzelnen Typen am anstehenden Gestein, so lassen sie sich zunächst nach der Korngrösse, wie ja auch zu erwarten, leicht in eine Reihe ordnen. Am Rande des Lagers, zunächst der Erstarrungsfläche, ist der Diabas ganz feinkörnig, einzelne Mineralien sind darin mit dem blossen Auge nicht zu unterscheiden. Nach dem Innern zu nimmt die Grösse und damit die Sichtbarkeit der Gemengtheile zu, aber erst in beträchtlicher Entfernung vom Salband erreicht der Diabas diejenige Ausbildung, die der Hauptmasse eigenthümlich ist: der Feldspath bildet in dem graugrünen bis schwarzen Gestein bis zu 1 cm lange, scharf begrenzte Leisten, die, je nachdem sie weiss und undurchsichtig oder hell und klar sind, dem Gestein ein verschiedenes Aussehen geben. Der Feldspath herrscht stark vor und lässt die übrigen Bestandtheile in den Zwischenräumen nur schlecht zur Geltung kommen. Derartig ausgebildeter Diabas scheint die Hauptmasse auszumachen und soll daher im Folgenden als typischer Vertreter zuerst beschrieben werden. Noch mehr nach der Mitte des Lagers hat das Gestein etwas andere Beschaffenheit, da die Feldspathleisten vorwiegend klein und mehr gruppenweise zusammengehäuft sind, während die Augite in den Zwischenräumen sehr deutlich hervortreten. Der Diabas nach dem flach verlaufenden Westende des Einschnittes zu sieht mehr oder weniger fleckig aus: da er hier näher an der Oberfläche liegt und ausserdem vielfach bröckelig und serpentinisirt, also stärker verwittert ist, so liegt es nahe, das

Digitized by Google

fleckige Aussehen auf Verwitterung zurückzuführen, eine Vermuthung, die durch die Untersuchung der Dünnschliffe bestätigt werden wird.

Die mikroskopische Untersuchung des Diabases aus dem ersten Einschnitt bei Hartenrod wurde an 50—60 Dünnschliffen vorgenommen; die Ergebnisse sollen im Folgenden behandelt werden, und zwar wollen wir zuerst die grobkörnigen Ausbildungen des Gesteins beschreiben und die Verwitterungsphänomene, die sich daran am besten erkennen lassen; im Anschluss hieran die feinerkörnigen Varietäten nach dem Salband zu. An dritter Stelle bleibt eine Erscheinung zu betrachten, die ich noch nicht erwähnt habe, die aber geologisch und petrographisch gleich interessant ist, nämlich das Auftreten von kleinen Diabasgängen im Diabas selbst. Anhangsweise soll schliesslich einiges über das Auftreten von Contacterscheinungen gesagt werden, sowohl an dem Diabas von Hartenrod, wie an den übrigen Vorkommnissen der Bahnstrecke überhaupt.

1. Der grobkörnige Diabas.

Der grobkörnige Diabas von Hartenrod zeichnet sich äusserlich durch seine grosse Frische aus. Die Structur, welche besonders durch die langen Feldspathleisten beherrscht wird, lässt sich schon makroskopisch sehr deutlich erkennen; bis zu 1 cm lange, meist grünlich gefärbte Feldspathe, welche nach der Axe a gestreckt sind, bisweilen auch zu tafeliger Ausbildung nach M (010) neigen, bilden das Gerüst, zwischen welchem eine schwarzgrüne Masse eingelagert ist, deren Bestandtheile gewöhnlich nicht mit dem unbewaffneten Auge zu erkennen sind und die im wesentlichen aus Chlorit und Augit besteht. Die Feldspathleisten, die durch Verwitterung undurchsichtig geworden sind, heben sich gewöhnlich deutlich davon ab, in ganz frischen Stücken sind sie dagegen nur an ihrem Glanz zu erkennen, da sie wegen ihrer Durchsichtigkeit und ihrer geringen Dicke fast dieselbe Färbung zeigen, wie die darunter liegenden dunklen Gemengtheile; solche Handstücke sehen daher ganz dunkel, beinahe schwarz aus, vielleicht auch deshalb, weil der Augit noch wenig verwittert ist und die dunkle Färbung erhöht. Neben diesen Gemengtheilen

Digitized by Google

zeigt das Gestein makroskopisch nur noch kleine Partien von Kalkspath und Körner von frischem Pyrit.

Im Dünnschliff zeichnet sich der Diabas von Hartenrod vor allem aus durch seinen Gehalt an primärem Quarz. Er findet sich besonders mikropegmatitisch mit Feldspath verwachsen (vergl. Taf. V Fig. 1) in der Zwischenklemmungsmasse zwischen den Feldspathleisten in allen grobkörnigen Ausbildungen des Gesteines, das demnach in die Reihe der Quarzdiabase gestellt werden muss.

Die Structur des Gesteines ist hypidiomorph-körnig, wenn man nicht, wie Rosenbusch es beim Konga-Diabas thut[1], die mikropegmatitischen Aggregate von Quarz und Feldspath als Mesostasis auffassen und die Structur darnach als intersertal bezeichnen will.

Von den wesentlichen Gemengtheilen, Feldspath und Augit, ist jener nur theilweise älter als dieser, denn man trifft sowohl idiomorphe Augite von sehr regelmässiger Begrenzung in grossen Feldspathen liegend, als auch kleine Feldspathleisten in grösseren Augitindividuen. Die breiten, meist scharf begrenzten Leisten des Feldspathes, welche im Dünnschliff zuweilen das ganze Gesichtsfeld ausfüllen, sind schon mehr oder weniger angegriffen von der Verwitterung, die in zweierlei Weise auftreten und darnach den Feldspathen ein verschiedenes Aussehen geben kann. Gewöhnlich werden die Leisten stark getrübt und mit winzigen, grau erscheinenden Schüppchen angefüllt, ein Vorgang, wie er bei Diabasfeldspathen meistens beobachtet wird. Es spricht nichts dagegen, die graue Masse in der Hauptsache als ein Gemenge von Calcit und Glimmer oder kaolinähnlichen Verwitterungsproducten aufzufassen. Die für Glimmer gehaltenen, oft etwas grösseren und optisch negativen Blättchen besitzen in einem und demselben Feldspath meist gleiche Orientirung, so dass sie auch gleichzeitig auslöschen. Dazu gesellt sich noch Chlorit, der vorwiegend auf Spaltrissen abgesetzt und dessen Bestandtheile wohl z. Th. von aussen eingedrungen sind. Die angegebene Verwitterung beginnt bei den grossen Feldspathkrystallen stets von innen, während der äussere Rand noch ganz frisch und

[1] H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 329.

Digitized by Google

klar durchsichtig ist und im polarisirten Licht häufig äusserst feine Zwillingsstreifung erkennen lässt. Andere Schliffe — und zwar sind es solche aus dunkler bis fast schwarz aussehenden Handstücken, bei denen die Feldspathleisten nicht so stark hervortreten — zeigen die graue Trübung der Plagioklase weniger oder gar nicht. Zwar finden sich auch hier helle Verwitterungsproducte, aber fast nur Glimmer in grösseren und mehr vereinzelten Blättchen. Um so häufiger begegnet man auf Spaltrissen dem Chlorit, der hier eine viel grössere Rolle spielt als in den grösseren Feldspathen.

Im polarisirten Licht zeigen die Feldspathleisten nur geringe Auslöschungsschiefen. An zwei Spaltblättchen nach 0P (001) aus einem der grobkörnigen Diabase wurde die Auslöschung gegen die Zwillingsgrenze mit Hilfe des BERTRAND'schen Oculars bestimmt zu 1,7 bezw. 1,9°, entsprechend der Auslöschung eines Oligoklases, also eines ziemlich sauren Feldspathes, was zu dem Gehalt des Gesteines an primärem Quarz in Beziehung stehen mag. Die Zwillingsbildung des Plagioklases ist je nach dem Grade der Verwitterung mehr oder weniger deutlich zu erkennen, schlechter bei den trüb verwitterten, vorzüglich meist bei den klar durchsichtigen. Zu der Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz tritt zuweilen Periklinstreifung, auch Verwachsungen zweier Albitzwillinge nach dem Karlsbader Gesetz sind nicht selten. Bavenoer Zwillinge, in den Querschnitten der Leisten an ihrer diagonal verlaufenden Zwillingsgrenze kenntlich, sind spärlich. Eine besondere Ausbildung zeigen bisweilen die Albitzwillinge, indem einzelne Lamellen absetzen und seitwärts weiterlaufen, wie an den Zwillingen vom Roc tourné (vergl. Fig. 2). Eine unbekannte Art von Zwillingsbildung bei Feldspath, die vor allem schön in den Gesteinen vom Tunnel vorkommt, mag hier schon erwähnt werden, da sie in einem Schliff

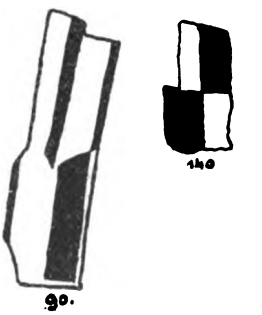


Fig. 2. Albitzwillinge des Feldspaths, ausgebildet nach Art der Zwillinge vom Roc tourné. Diabas von Hartenrod[1].

[1] Die Zahlen neben den einzelnen Figuren bezeichnen die Vergrösserung.

Digitized by Google

besonders ausgeprägt ist: nach dem Albitgesetz verzwillingte Leisten durchkreuzen sich unter wechselndem, aber meist bei 60° liegendem Winkel (vergl. Fig. 3), ohne dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit dabei festgestellt werden könnte. Naheliegend ist es, an eine Verwachsung bezw. Durchwachsung nach ∞P3 zu denken, worauf mich zuerst Herr Prof. Brauns aufmerksam machte, da der Winkel dieses Prismas etwa 59° beträgt und hiernach eine Zwillingsbildung entsprechend den Durchkreuzungsdrillingen des Aragonits nach ∞P nicht ausgeschlossen wäre (vergl. Fig. 3 und Taf. IX Fig. 2). Diese Durchkreuzungen scheinen in basischeren Gesteinen ziemlich häufig zu sein und sind, sobald man darauf achtet, in vielen Schliffen mit leisten-

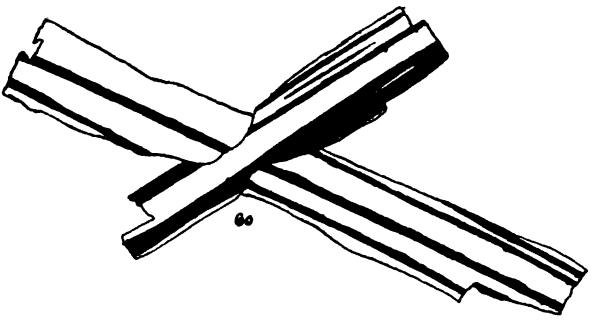


Fig. 3. Durchkreuzungszwilling von Feldspath. Grobkörniger Diabas von Hartenrod.

förmig ausgebildeten Feldspathen zu entdecken[1]. Eigentliche Zonarstructur ist bei den Feldspathen nirgends zu beobachten, jedoch eine ähnlich aussehende Erscheinung, die darin besteht, dass die Auslöschungsschiefe vom Innern nach dem Rande zu allmählich, aber ohne irgendwelche scharfe Abgrenzungen grösser wird, und zwar sehr beträchtlich, was als undulöse Auslöschung gedeutet wurde, die wahrscheinlich durch Druck hervorgerufen ist.

[1] Besonders erwähnt werden solche Durchkreuzungszwillinge in den Arbeiten über „Gesteine der ecuatorianischen West-Cordillere" aus dem Berliner Mineralog. Institut. Vergl. besonders: Max Below sky, 1892. p. 26 mit Abbildung. Daneben: Rich. Herz, 1892. p. 19. Ernst Elich, 1893. p. 15. Ad. Klautzsch, 1898. p. 261, 263, 267; ferner F. Rinne, Über norddeutsche Basalte, Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst. 1892. p. 47 und Taf. VII Fig. 4.

Digitized by Google

Neben dem primären Feldspath findet sich in einzelnen Schliffen Albit als Neubildung, meist in kleinen, wenig verzwillingten, leistenförmigen Kryställchen im Chlorit liegend (vergl. Fig. 4), vereinzelt mehr isometrisch ausgebildet als Ausfüllungsmaterial einer kleinen Spalte.

Fig. 4. Neugebildeter Albit. Grobkörniger Diabas von Hartenrod.

Der Augit, der in dem grobkörnigen Diabas an Menge gegenüber dem Feldspath sehr zurücktritt, ist in manchen vor Beendigung der Feldspathbildung ausgeschieden; in einzelnen Schliffen überwiegt sogar idiomorpher Augit, und man findet so zahlreiche Krystalle von Augit im Feldspath, dass man annehmen muss, die Augitausscheidung habe ungefähr gleichzeitig mit der des Feldspaths begonnen. Die Krystalle sind gedrungen oder nach der Axe c gestreckt und erreichen dann eine Länge bis zu 2 mm. Fast ausnahmslos zeigen diese Zwillingsbildung, die schon im gewöhnlichen Licht durch die sehr

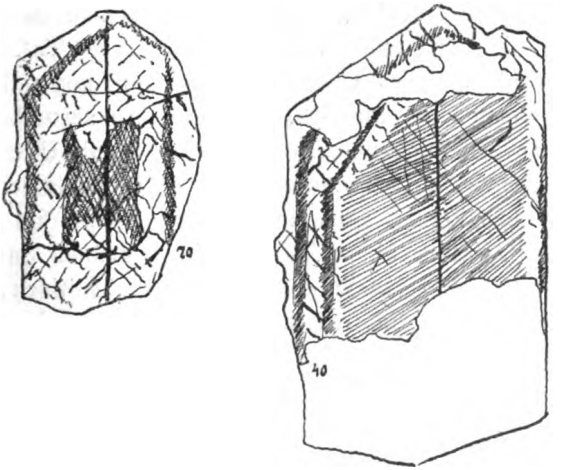


Fig. 5. Augit mit Zonarstructur, die erst durch die Verwitterung hervortritt; der kleinere Krystall zeigt Sanduhrstructur. Grobkörniger Diabas von Hartenrod.

scharfe und gerade verlaufende Zwillingsgrenze sich kenntlich macht. Andere Zwillingsgesetze als das bekannte nach $\infty P\infty$ (100) scheinen nicht vorzukommen. Im Dünnschliff ist der Augit fast farblos durchsichtig und zeigt nur manchmal

Digitized by Google

einen Stich ins Violette oder Röthliche. Zonarstructur ist für gewöhnlich nicht zu sehen, tritt aber an manchen Krystallen durch die Verwitterung hervor und lässt dann zuweilen auch sanduhrförmige Ausbildung des Kernes erkennen (vergl. Fig. 5), indem die Längsseiten der Sanduhr durch Verwitterung braun werden, die von den beiden Enden ausgehenden Theile aber hell bleiben; die Auslöschung erfolgt in allen Theilen gleichzeitig.

Die Verwitterung des Augites vollzieht sich auf zwei Wegen: in den meisten Fällen verwittert er direct zu grüner, chloritischer Substanz, die Ränder und Spaltrisse pflegen dabei die ersten Angriffspunkte zu bieten und sind dann mit einem zackigen grünen Saum versehen. Verschiedentlich war zu beobachten, wie der Augit zunächst in eine braune, schwer durchsichtige Masse überging — scheinbar ein ähnlicher Vorgang, wie ihn Törnebohm beim Augit des Konga-Diabas erwähnt[1] — und diese sich dann in Chlorit umsetzt. Diese schliessliche Umwandlung zu Chlorit wird oft durch ein Zwischenstadium hindurchgeleitet, wobei aus dem Augit zunächst faserige Hornblende entsteht, welche sich in Längsschnitten schilfartig an die Augite ansetzt (vergl. Taf. V Fig. 2), ihrerseits aber selbst wieder in Chlorit umgewandelt wird. Wo die Hornblende auftritt, ist stets ihre secundäre Natur deutlich zu erkennen und ihre Bezeichnung als Uralit damit gerechtfertigt. Meist ist sie gelbgrün gefärbt und schilfig ausgebildet, doch kommt auch hellrothbraune vor, die dann gewöhnlich in grüne übergeht und einen grünen Saum zeigt. Die Schnitte senkrecht zu c sind stark dichroitisch, nämlich grün bezw. rothbraun, wenn die lange Diagonale der Spaltungsrhomben zusammenfällt mit der Schwingungsrichtung des ausserordentlichen Strahles, senkrecht dazu hell olivengrün bezw. fast farblos.

Der Augit tritt gegenüber den anderen Gemengtheilen, besonders dem Feldspath, in vielen Schliffen sehr zurück. Die Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten, die er sonst auszufüllen pflegt, werden eingenommen von einem

[1] A. E. Törnebohm, Über die wichtigsten Diabas- und Gabbrogesteine Schwedens. Dies. Jahrb. 1877. p. 261.

Digitized by Google

Aggregat von Quarz und Feldspath, in dem die beiden Mineralien schriftgranitartig durcheinander gewachsen sind. Diese mikropegmatitischen oder granophyrischen Verwachsungen, wie sie auch genannt werden, wurden zuerst von Törnebohm[1] beschrieben und sind seitdem öfters bei Diabasen gefunden worden. Eine Zusammenstellung der verschiedenen Vorkommen giebt Rosenbusch[2] in seiner „Mikroskopischen Physiographie der massigen Gesteine"; ich brauche wohl nur darauf zu verweisen, da sie dort auch kurz beschrieben sind, besonders der Konga-Diabas und der von Lawson untersuchte aus dem Rainy-Lake-Gebiet, von woher mir auch ein Schliff zum Vergleich vorlag, der der Dünnschliffsammlung von Voigt und Hochgesang in Göttingen entnommen war. Eine Abbildung der Structur dieser Gesteine findet man in den Elementen der Gesteinslehre von Rosenbusch[3].

In unserem Falle treten diese Granophyraggregate in allen grobkörnigen Ausbildungsformen des Diabases auf. In den feinerkörnigen, selbst in denen, die einzelne Gemengtheile noch mit dem blossen Auge erkennen lassen, scheinen sie ganz zu fehlen. Die mikropegmatitischen Aggregate sind überall da zu beobachten, wo der Augit zurücktritt und die Feldspathleisten Zwischenräume freigelassen haben. In diese strahlen von allen Seiten die granophyrischen Verwachsungen hinein, wobei die Feldspathe die Ansatzflächen abgeben. Frei endigende Leisten sind oft mit einem bis zu 0,2 mm breiten Kranz der Quarz- und Feldspathaggregate umgeben (vergl. Taf. V Fig. 1). Zwischen der Feldspathsubstanz der Aggregate und derjenigen der Feldspathleisten lässt sich keine nähere Beziehung erkennen, da sie weder gleichzeitig auslöschen, noch äusserlich ineinander übergehen. Die Leisten sind vielmehr in den meisten Fällen ganz geradlinig und scharf begrenzt, zuweilen haben sie auch etwas skelettartigen Umriss, d. h. einzelne, im Durchschnitt viereckige oder dreieckige Partien springen nach aussen zinnenartig vor, während in die Zwischenräume die Verwachsungen von Feldspath und Quarz eindringen. Dort, wo die mikropegmatitischen Aggre-

[1] l. c. p. 261/62.
[2] H. Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr., 2. p. 1144 ff.
[3] H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. p. 329.

Digitized by Google

gate frei endigen, also nicht von zwei Seiten zusammentreffen, kann man leicht erkennen, dass ihre Begrenzung parallel verläuft zu der der Feldspathleisten (vergl. Taf. V Fig. 1), also im allgemeinen rechteckig ist. An solchen freien Grenzen finden sich auch stets Quarzkörner von wechselnder Grösse, die sich dicht an die Granophyraggregate anlegen und an der Aussenseite oft hexagonalen Umriss erkennen lassen (vergl. Taf. V Fig. 1). Jedes Korn ist einheitlich und besteht nicht aus mosaikartig nebeneinanderliegenden und ungleich orientirten Stücken. Gewöhnlich löschen alle Körner gleichzeitig aus mit dem Quarz der mikropegmatitischen Aggregate. Man wird also kaum fehlgehen, wenn man diese Quarzkörner als primär auffasst; das Magma, aus dem sie krystallisirten, scheint darnach mit zunehmender Krystallisation saurer geworden zu sein, so dass zunächst die granophyrischen Aggregate von Feldspath und Quarz sich bilden konnten, bis zuletzt reine Kieselsäure sich ausgeschieden hat. Dort, wo die mikropegmatitischen Verwachsungen von Feldspath und Quarz keinen Ansatzpunkt fanden, wie in manchen grösseren, von Feldspath freien Zwischenräumen, strahlen sie von einem Punkte oder von einer Linie aus, aber immer so, dass ihre äusserste Begrenzung annähernd rechteckige Formen, also die Formen des Feldspathes annimmt.

In frischen Schliffen treten die Granophyraggregate erst im polarisirten Licht deutlich hervor: der Quarz setzt zottenartig an dem Plagioklas an und erscheint im Durchschnitt in parallel verlaufenden, etwas gewundenen, stengeligen Formen, die rings um eine Feldspathleiste gleichzeitig auslöschen; die Querschnitte zeigen scharfen und am häufigsten dreieckigen Umriss. Die Zwischenräume werden von Feldspathsubstanz ausgefüllt. Diese fällt sehr leicht der Verwitterung anheim und giebt damit den Aggregaten ein verschiedenes Aussehen; wird sie röthlich getrübt oder zum grossen Theil durch Chlorit verdrängt, während der Quarz klar bleibt, so treten die Aggregate schon im gewöhnlichen Licht sehr deutlich hervor. Verwittert dagegen der Feldspath vollständig und macht den grauen schuppigen Massen von Glimmer, Calcit, Chlorit und vielleicht auch Kaolin Platz, so sind die granophyrischen Aggregate meist gar nicht mehr zu erkennen, da die dünnen

Digitized by Google

Quarzsäulchen scheinbar von diesen Producten überlagert werden oder vielleicht auch selbst der Verwitterung anheimfallen. Jedenfalls werden in diesem Stadium die Plagioklasleisten umgeben von einer grauen bis grünlichgrauen, trüben Substanz, in der der Quarz nicht mehr zu erkennen ist, die sich aber nach Analogie mit frischeren Schliffen nur als das Umwandlungsproduct der granophyrischen Verwachsungen deuten lässt.

Die noch freien Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten werden von Chlorit erfüllt. In vielen Schliffen überwiegt er sogar, während er in anderen nur in kleineren Partien vorhanden ist. Er ist entweder von grüner Farbe mit einem Stich ins Bläuliche und sieht dann im gewöhnlichen Licht über grosse Flächen ganz gleichmässig beschaffen aus; die radialfaserige Structur tritt erst bei gekreuzten Nicols hervor. Derartig ausgebildete chloritische Substanz nimmt im Dünnschliff oft einen breiten Raum ein, selbst dort, wo weder in Verwitterung begriffener Augit vorhanden ist, noch vorhanden gewesen zu sein scheint; oder sie erfüllt auch ganz abgeschlossene, schmale Zwickel zwischen den Feldspathleisten, ohne dass sich darin, wie sonst gewöhnlich, Körnchen von Erz oder Titanit fänden. Ich möchte daher wenigstens für einen Theil dieser chloritischen Substanz annehmen, dass sie das Verwitterungsproduct eines Krystallisationsrückstandes darstellt, obwohl dieser nirgends mehr unzweideutig nachgewiesen werden kann. Einzelne, im Schliff grünlich erscheinende Stellen, die sich vollständig isotrop verhalten, scheinen zwar darauf hinzuweisen, können aber auch ebensogut für Chlorit gehalten werden, der infolge Überlagerung der einzelnen Fasern auf das polarisirte Licht nicht mehr einwirkt. Ausnahmslos aus dem Augit entstanden sind wohl die stark pleochroitischen, schon im gewöhnlichen Licht radialfaserigen Chloritaggregate, die auch stets neben dem Augit sich finden, aber auch in die übrige chloritische Masse eingestreut sind. Die oft starke Doppelbrechung wird durch die intensive Färbung meist verdeckt. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen manche Büschel ein ideal regelmässiges dunkles Kreuz. Die kleinste Elasticitätsaxe liegt in der Faserrichtung, die ihr parallel schwingenden Strahlen erscheinen dunkelgrün gefärbt, die senkrecht dazu schwingenden rothbraun.

Digitized by Google

Quarz als secundärer Gemengtheil ist mit Sicherheit kaum nachzuweisen. Selbst dort, wo einzelne Körner scheinbar isolirt in der chloritischen Substanz liegen, kann man meist ihre Beziehung zu den benachbarten granophyrischen Aggregaten feststellen. Andeutungen von sechsseitigem Umriss lassen sich in den meisten Fällen beobachten. Dazu kommt, dass nicht nur ein und dasselbe Quarzkorn in sich gleichmässig auslöscht, sondern gewöhnlich auch gleichzeitig mit mehreren benachbarten.

Von primären Nebengemengtheilen ist besonders das Titaneisen schön ausgebildet. Selten ist es im Schliff feiner vertheilt, sondern tritt gewöhnlich in wenigen, oft einige Millimeter grossen, lappigen und durchlöcherten Fetzen auf und in zerhackt aussehenden Wachsthumsformen, die manchmal auch wie zerflossen erscheinen. Die Verwitterung geht stets streifenweise vor sich, so dass gewöhnlich noch ein Gerüst erhalten ist, dessen einzelne Balken aus frischem Erz bestehen und sich unter 60° durchschneiden, während die Zwischenräume von Zersetzungsproducten, hauptsächlich Titanit, erfüllt sind (vergl. Taf. VI Fig. 1). Der Titanit findet sich besonders um das verwitterte Titaneisen herum, aber auch in der chloritischen Substanz in kleinen gelben, warzenförmigen Körnchen, die bei gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation erkennen lassen. Die im Chlorit liegenden Körnchen mögen z. Th. aus dem benachbarten Titaneisen stammen und hierhin eingewandert sein, zum anderen Theil werden sie aber auch durch Verwitterung aus dem Augit entstanden sein, aus welchem auch der Chlorit hervorgegangen ist.

Der Apatit ist in allen Schliffen reichlich vorhanden und einzelne Stellen sind wie übersät mit den feinsten Nadeln und Säulchen, welche alle übrigen Gemengtheile, gelegentlich auch das Titaneisen, durchspiessen. Die grössten Apatitsäulchen werden bis zu 1 mm lang und 0,03 mm breit.

Calcit kommt, wie in allen Diabasen, als Zersetzungsproduct häufig vor und liegt in unregelmässigen Partien im Chlorit. Ebenso trifft man überall im Gestein vertheilt regellose Körner von noch ganz frischem Pyrit, in dem sich ein allerdings nur ganz geringer Kupfergehalt nachweisen lässt, worauf jedenfalls das Vorkommen von Kupfererzen zurück-

Digitized by Google

zuführen ist, die früher in (?) dem Gestein abgebaut worden sein sollen.

In vielen Schliffen bemerkt man ein secundär gebildetes, ganz klar durchsichtiges Mineral, welches starke Doppelbrechung besitzt und dessen Teile schwach divergent angeordnet sind. Es ist zweiaxig und optisch positiv, also wohl Prehnit, um so mehr als dieser makroskopisch in dem Gestein beobachtet und in den feinerkörnigen Varietäten des Diabases auch chemisch nachgewiesen wurde. Im Innern des Feldspathes, aus dem er hervorgegangen sein soll, ist der Prehnit nicht zu erkennen, vielleicht weil er in der Menge der übrigen feinschuppigen Verwitterungsproducte verschwindet, während er dort, wo er sich auf Zwischenräumen zwischen Plagioklasleisten in grösseren Fetzen angesiedelt hat, der Beobachtung nicht so leicht entgehen kann.

Auffällig ist es, dass unter den Verwitterungsproducten des Gesteins der Epidot fast vollständig fehlt. Er war nur in zwei Schliffen und dort nur in ganz geringer Menge zu entdecken: in dem einen fand er sich in der chloritischen Substanz in kleinen, intensiv gelben, aber nicht dichroitischen, warzenförmigen Körnchen, die in ihrer Structur an die Titanitkügelchen erinnerten; in einem anderen Schliff in zwei unregelmässigen Durchschnitten mit deutlichem Dichroismus.

Von einem frischen Stück des grobkörnigen Diabases wurde von mir eine chemische Analyse angefertigt, die im folgenden wiedergegeben ist:

SiO_2	49,17 %
TiO_2	2,33 „
Al_2O_3	12,22 „
Fe_2O_3	3,10 „
FeO	13,31 „
MnO	0,39 „
CaO	6,42 „
MgO	5,01 „
K_2O	1,09 „
Na_2O	4,07 „
H_2O unter 110°	0.60 „
H_2O über 110°	2,25 „
CO_2	0,16 „
P_2O_5	0,25 „
	100,37 %
Spec. Gew.	2,96 „

Digitized by Google

Der Kieselsäuregehalt ist in Anbetracht des Quarzgehaltes und der saueren Natur des Plagioklases (Oligoklas) ein niedriger zu nennen. Auffallend ist auch die Menge des Eisenoxyduls, nämlich 13,31; zwei Bestimmungen ergaben innerhalb der Fehlergrenzen denselben Werth.

Von dem beschriebenen Typus des grobkörnigen Diabas von Hartenrod kommen Abweichungen vor, die im Handstück grösser erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind. Den extremsten Fall einer andersartigen Ausbildung bietet der grobkörnige Diabas, dessen Feldspathe ganz kurze Leisten oder nach M (010) tafelförmige Krystalle bilden; sie sind stets mehr oder weniger zusammengehäuft, die einzelnen Häufchen lassen dann verhältnissmässig grosse Zwischenräume frei, welche ausgefüllt sind von einer dunklen Masse, in der sich die frischen Augite mit ihren glänzenden Spaltflächen gut abheben von der trüben chloritischen Substanz. Je nachdem die Feldspathe trübe verwittert oder noch klar sind, hat auch dieser Gesteinstypus ein grünlichgraues bis ganz dunkles Aussehen.

Im Dünnschliff sieht dieses Gestein dem zuerst beschriebenen sehr ähnlich und unterscheidet sich nur in einzelnen Punkten davon. Die Feldspathe bilden meist grössere Haufwerke, die sich erst bei gekreuzten Nicols in verschiedene Leisten auflösen und aus denen heraus einzelne Krystalle, und zwar meist kleinere, vorspringen und mit idiomorpher Begrenzung in die zwischengelagerten Augite eindringen. Die Augite sind in der Mitte meist sehr frisch und stets allotriomorph, umschliessen auch hier und da kleinere, regelmässig begrenzte Feldspathleistchen. Ganz untergeordnet treten in manchen in der Verwitterung begriffenen Augiten kleine Schüppchen von secundärem Biotit auf. Feldspathe, welche etwas gebogen und gepresst aussehen, wurden mehrfach beobachtet, ausserdem auch die schon erwähnten Durchkreuzungen von Feldspathleisten.

Einem der beiden beschriebenen Structurtypen lassen sich alle übrigen Modificationen des Gesteins zuordnen oder sie lassen sich als Zwischenglieder zwischen sie einschieben.

Durch die Verwitterung bekommt der Diabas ein verschiedenartiges Aussehen. An der Oberfläche liegende Stücke zeigen die bekannte, dunkelbraune Färbung, die wohl wesent-

Digitized by Google

lich durch Eisenhydroxyd bedingt ist. Im Innern des Lagers dagegen bleibt das Gestein grünlich oder wird durch reichlich ausgeschiedenen Serpentin noch stärker grün gefärbt, hat aber dabei ein mehr oder weniger auffallendes, fleckiges Aussehen. Hellere und dunklere Stellen von meist nur geringer Grösse wechseln miteinander ab und gehen ineinander über. Die helleren Flecken verdanken ihr Aussehen dem Feldspath, dessen einzelne Leisten sich im Handstück deutlich erkennen lassen und scheinbar noch ziemlich frisch erhalten sind, ebenso wie der Augit, der die Zwischenräume ausfüllt. Die dunkleren, mehr grünlich gefärbten und matt glänzenden Stellen lassen die einzelnen Gemengtheile nicht mehr hervortreten, und nur der Feldspath ist hier und da noch zu sehen. U. d. M. ergiebt sich nun, dass die Plagioklase der hellen Flecken durchweg ganz trüb verwittert und mit den grauen, glimmerähnlichen Zersetzungsproducten angefüllt sind, unter denen der Chlorit eine nur geringe Rolle spielt. Die Zwillingslamellirung ist durch die Trübung zum Verschwinden gebracht, der fast vollständig erhaltene und noch sehr frische Augit deutet aber darauf hin, dass die Umwandlung noch nicht allzuweit vorgeschritten sein kann. In den dunklen Partien des Gesteins ist der Augit meist vollständig verschwunden, neben der sehr reichlich vorhandenen chloritischen Substanz hat sich auch viel Serpentin gebildet, der besonders die Stelle des verwitterten Augits einnimmt. Kleine dunkle Körnchen, wahrscheinlich Titanit, finden sich reihenförmig angeordnet in dem Chlorit und Serpentin und entstammen wohl einem Titangehalt des Augits, da das Titaneisen noch verhältnissmässig gut erhalten ist. Der Feldspath erscheint auffallenderweise noch frisch, wenigstens frischer als in den hellen Flecken des Gesteins: er ist klar durchsichtig, im polarisirten Licht sind in der eigentlichen Feldspathmasse nur wenige stark doppelbrechende, glimmerähnliche Blättchen zu entdecken; die Zwillingsbildung ist oft noch sehr gut und bis ins Einzelne zu erkennen. Die Leisten bilden aber kein einheitliches Ganze mehr, die chloritische Substanz ist vielmehr überall eingedrungen und hat sie in einzelne Felder zerlegt, die von einem ganzen Netz von Chlorit durchzogen werden. Die hellen Flecken entsprechen also den frischeren Stellen des Gesteins, die dunkleren den

Digitized by Google

verwitterten, wobei nur das Aussehen des Feldspathes auffällig erscheint: er ist dort trüb, undurchsichtig und meist ohne Zwillingslamellirung, hier klar durchsichtig und fein verzwillingt. Dieser Widerspruch lässt sich leicht beseitigen, wenn man annimmt, dass der Feldspath zunächst bei der Verwitterung erfüllt wurde mit den grauen, feinschuppigen Aggregaten von Glimmer, Calcit u. s. w., welche durch ihre gegenseitige Überlagerung sowohl die Durchsichtigkeit wie die Sichtbarkeit der Zwillingslamellirung aufhoben. Bei fortschreitender Verwitterung scheinen diese Producte selbst wieder der Zerstörung anheimzufallen, jedenfalls verschwinden sie zum grössten Theil und lassen damit den Plagioklas wieder durchsichtiger und frischer erscheinen; dass er es aber nicht ist, geht aus den reichlichen Chloritmengen hervor, die überall in ihn eingedrungen sind.

Einige fleckig aussehende Diabase von anderen Fundorten[1], von denen mir Schliffe vorlagen, zeigten deutlich, dass sie ihr Aussehen im wesentlichen einer an verschiedenen Punkten ungleich weit vorgeschrittenen Verwitterung verdanken; besondere Structurverhältnisse mögen theilweise mit dazu beitragen, diesen Einfluss zu vermehren.

Bemerkt sei noch, dass sich Epidot selbst in den stark verwitterten Stücken nicht findet. Dagegen tritt Prehnit reichlicher auf und zwar in radialfaserigen Aggregaten, welche in manchen Schliffen grosse Flächen einnehmen. Sie sind farblos durchsichtig, meist aber durch fremde Beimengungen getrübt.

Besonders zu erwähnen ist eine merkwürdige Umwandlung, die der Augit zuweilen erlitten hat. Diejenigen Stücke, welche die Erscheinung zeigen, lassen sie schon im Handstück erkennen: der Diabas hat grünliche, scharf begrenzte, matte Flecken, die an den Rändern heller gefärbt sind als in der Mitte und die je nach der Menge des Augites mehr oder weniger auffallen, besonders aber dort hervortreten, wo das frisch angeschlagene Gestein auch nur kurze Zeit der

[1] Solche Diabase scheinen nicht selten zu sein; so findet man ein dem eben beschriebenen äusserlich genau gleichsehendes fleckiges Gestein an dem zweiten Bahnanschnitt bei Herborn, am NW.-Fuss des Galgenbergs, in einem Lager von ziemlicher Mächtigkeit aufgeschlossen.

Digitized by Google

Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt war. Auch an den Dünnschliffen heben sich diese Flecken im reflectirten Licht in derselben Weise ab, und man erkennt, dass sie einem bestimmten Gemengtheil entsprechen, nämlich dem Augit, der meist vollständig verschwunden, in manchen Fällen auch noch theilweise erhalten ist. U. d. M. erkennt man, dass der Augit zunächst übergeht in eine ganz trübe, braungraue Masse von unbekannter Zusammensetzung, welche die Spaltrisse des ehemaligen Minerals noch ganz gut hervortreten lässt. Mit fortschreitender Verwitterung wird sie allmählich durchsichtiger und die braune Farbe verwandelt sich in eine graue. In dem Endproduct beobachtet man kleine Körnchen von Erz, theilweise auch Titanit; die Hauptmasse besteht aus Calcit, der sich auch beim Behandeln des Schliffes mit verdünnter Salzsäure leicht nachweisen lässt, während die übrigen hellen Bestandtheile des Gemenges nicht näher zu bestimmen sind. Eine ähnliche Verwitterung des Augits beschreibt Rinne (dies. Jahrb. Beil.-Bd. X. 393) bei mitteldevonischen Diabasen aus der Gegend von Goslar: „Nicht selten ist die Umänderung des Augits in Kalkspath, der sich in ihm erst als feine gelbliche Trübung, dann in Schnüren und grösseren Flecken auch mit Chlorit zusammen ansiedelt."

Was den ganzen Verband des grobkörnigen Diabases anlangt, so möge noch das Auftreten von Schlieren im Gesteine angeführt werden, die wenige Centimeter breit, aber auch in einer Breite von 12 cm beobachtet wurden. Sie sind feinkörniger als die umgebende Gesteinsmasse, die Feldspathe sind kürzer und gedrungener, manchmal fast isometrisch, und zeigen dann merkwürdige Zwillingsbildungen, die nur in seltenen Fällen auch in dem übrigen Diabas beobachtet wurden. Zwei verzwillingte Individuen sind umgeben von einem meist auch etwas frischeren Rande, der mit keinem der beiden ersten Theile gleichzeitig auslöscht; der klare Rand zeigt dabei nicht selten in sich Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz (vergl. Fig. 6). Die einzelnen Feldspathe der Schlieren berühren sich gegenseitig nicht, die oft beträchtlichen Zwischenräume werden nur z. Th. von Chlorit ausgefüllt, im übrigen von den granophyrischen Aggregaten von Feldspath und Quarz oder von der trüben Masse, die daraus hervorgegangen ist.

Digitized by Google

Neben diesen Schlieren findet man im Gestein hier und da kleine, nur wenige Millimeter bis Centimeter grosse Hohlräume, in welche die Feldspathleisten mit ihrem freien Ende hineinragen. Da sie stets an der Oberfläche der Blöcke auftreten, so glaube ich, dass sie durch Auswitterung von leicht wandernden Gemengtheilen der Zwischenklemmungsmasse, z. B. von Chlorit oder Kalkspath, entstanden sind. Damit nichts zu thun hat offenbar eine etwa 10 cm grosse Höhlung in dem Gestein, welche fast ganz mit länglichen, wirr durcheinanderliegenden Feldspathkrystallen ausgekleidet ist. Meines Wissens ist etwas Ähnliches bei Diabasen noch nicht beobachtet worden; die Erscheinung lässt sich vergleichen mit dem, was Streng von dem Dolerit von Londorf beschreibt[1]: „In den Blasenräumen der gröberkörnigen Abänderung (des Dolerits) bildet der Plagioklas prächtig ausgebildete Krystalle, die freilich auf ihrer Oberfläche sehr rauh und drusig ausgebildet und deshalb zu Winkelmessungen wenig geeignet sind; die Umrisse sind aber sehr scharf." Die Feldspathleisten sind in unserem Falle etwa 1 cm lang und haben ungefähr quadratischen oder rechteckigen Querschnitt. Ihre weisse, schwach grünliche Färbung wird meist durch eine dünne braune oder grünliche Rinde verdeckt. Ob diese Hohlräume mit den Blasenräumen wirklicher Ergusslaven etwas zu thun haben und ob die Krystallausscheidungen darin in der Weise zu erklären sind, wie es Streng für den Dolerit von Londorf thut, will ich hier nicht entscheiden, da das Material zu spärlich ist, um sich eine begründete Ansicht darüber zu bilden.

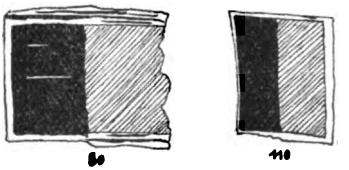


Fig. 6. Feldspathzwillinge, bestehend aus einem verzwillingten Kern, dessen einzelne Theile verschieden auslöschen von dem rahmenartigen Rand, der zuweilen selbst wieder Zwillingslamellirung zeigt. Grobkörniger Diabas von Hartenrod.

2. Die feinerkörnigen Varietäten des Gesteins nach dem Salband zu.

Die oben beschriebenen grobkörnigen Ausbildungsformen des Diabases bilden die Hauptmasse des Lagers, und sie finden sich auch ausserhalb des Einschnittes dort, wo das Gestein

[1] A. Streng, Über den Dolerit von Londorf. Dies. Jahrb. 1888. II. 188.

Digitized by Google

anstehend zu treffen ist. Gegen den Rand des Diabases zu beginnt eine feinerkörnige Structur Platz zu greifen: schon 16 m vom Salbande entfernt, etwa 10 m im senkrechten Abstand von der Contactfläche, sind die einzelnen Gemengtheile in dem Gestein nicht mehr leicht zu erkennen. Der Übergang zur vollständig aphanitischen Ausbildung vollzieht sich ganz allmählich und unmerklich, so dass man die ganze Masse dicht vom Salband bis auf etwa 10 m einwärts als feinkörnige Randfacies bezeichnen kann.

Das Gestein hat dunkelgraue bis grünlichgraue Farbe, von Gemengtheilen ist hier und da etwas Augit zu erkennen an den glänzenden Spaltflächen, daneben Pyrit. Häufig zeigt es bläuliche Flecken, welche von Verwitterungsproducten herrühren, und die, wie sich im Dünnschliff und chemisch zeigen lässt, in der Hauptsache aus Prehnit bestehen. Die Hauptmasse der Randzone des Diabaslagers zeigt diese Ausbildung, und erst nahe dem Rande wird das Gestein vollkommen dicht.

Mikroskopisch lassen sich die Übergänge gut verfolgen, sowohl in der Structur, wie in der Ausbildung der Gemengtheile. Dadurch, dass die granophyrischen Aggregate in der Grundmasse vollständig verschwinden und die Feldspathleisten schmaler und kürzer werden, auch an Menge etwas abnehmen, geht die intersertale oder hypidiomorph-körnige Structur in die echt diabasisch-körnige über. Der Augit tritt hier mehr wie bei den grobkörnigen Ausbildungsformen des Gesteins hervor. Hier und da ist er besonders zusammengehäuft und bildet dann gleichmässig orientirte Partien, in welche nur wenige Feldspathleisten eingestreut sind, wodurch eine typisch ophitische Structur hervorgebracht wird. Die Feldspathleisten sind schon meist durch Verwitterung getrübt, zeigen aber dabei keine Differenzirung in einen Kern und eine frischere Schale, sondern werden in der ganzen Masse ungefähr gleich stark von der Zersetzung ergriffen. Die Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz ist sehr häufig noch zu erkennen. Der Augit ist vollständig allotriomorph und bildet die Zwischenklemmungsmasse. In den meisten Schliffen erscheint er noch sehr frisch, bei der Verwitterung geht er direct über in Chlorit, ohne dass Uralitbildung nachzuweisen wäre. Zwillinge

Digitized by Google

von Augit sind in den etwas groberkörnigen Varietäten noch verbreitet. Der Chlorit zeigt die gewöhnliche Ausbildung, doch treten die stärker dichroitischen, radialstrahligen Aggregate gegenüber den schwach polarisirenden zurück. Der Apatit verschwindet allmählich vollständig aus dem Gestein, mit ihm der Quarz, der selbst als Verwitterungsproduct in den Schliffen nicht zu entdecken ist. Das Titaneisen findet sich immer weniger in grossen, lappigen Partien, die Ausscheidung in kleineren, zahlreich vertheilten Körnern nimmt dagegen zu. Titanit als secundäre Bildung ist in seiner Umgebung und im Chlorit häufig zu entdecken. In diesem feinkörnigen Gestein macht sich besonders ein Verwitterungsproduct breit, das ihm im Handstück manchmal ein blaufleckiges Aussehen verleiht. Die mikrochemische Prüfung ergab Gehalt an Al_2O_3, Ca und Fe; das specifische Gewicht ist 2,82. Im Dünnschliff ist das Mineral farblos durchsichtig, radialstrahlig oder faserig angeordnet. Die Doppelbrechung ist ziemlich stark, die Faserrichtung entspricht der Richtung der grössten Elasticität. Nach alledem dürfte es sich hier um Prehnit handeln. Meist ist er durch fremde Beimengungen getrübt, was neben der radialfaserigen Anordnung die Stärke der Doppelbrechung etwas verdeckt.

Der Übergang zu noch feinkörnigerem und dem feinkörnigsten Gestein lässt sich besonders gut verfolgen an dem Augit. Nach seinem Auftreten kann man drei Gruppen unterscheiden, die aber selbstverständlich ineinander übergehen. In der ersten ist der Augit noch in grossen Individuen entwickelt, welche, wie schon oben beschrieben, von Feldspathleisten zerschnitten werden und die Mesostasis bilden. Damit, dass diese Augite kleiner werden und unregelmässige Fetzen bilden, erlangen sie allmählich dieselbe Ausbildung, wie bei dem nächst feinerkörnigen Typus: sie treten bloss in kleinen Körnern auf, welche entweder noch gut erhalten, sehr oft aber auch nur noch in der Form zu erkennen sind als kleine trübe Butzen, die neben dem Chlorit die Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten erfüllen. In den letzten Gliedern der Reihe schliesslich, die ganz aus der Nähe des Contactes stammen, ist der Augit überhaupt nicht mehr zur Ausscheidung gekommen: er lässt sich weder in frischem Zu-

Digitized by Google

stande nachweisen, noch deuten Verwitterungsproducte auf seine frühere Anwesenheit hin.

Der feinkörnigste Typus des Diabases enthält demnach als Ausscheidungen nur Plagioklas und Titaneisen, welche beide in einer grünlichen Grundmasse liegen, die zum grössten Theil in Chlorit umgewandelt ist. Die Plagioklasleistchen sind stark zersetzt und zeigen deshalb unscharfe Begrenzung. Die Verwitterungsproducte, auch eingewanderter Chlorit, haben sich besonders auf Spaltrissen oder zwischen den Lamellenzügen abgelagert, welche an einzelnen Leisten noch zu erkennen sind, aber immer nur in geringer Zahl. Das Titaneisen bildet nur noch kleine Körner, die wahrscheinlich infolge Bildung von Titanit im reflectirten Lichte weisslich erscheinen. Die Grundmasse ist wohl zum grossen Theil aus einer glasigen Mesostasis hervorgegangen; einzelne Stellen verhalten sich im polarisirten Licht auch isotrop, doch lässt sich nicht sagen, ob in diesem Falle nicht sehr schwach doppelbrechender Chlorit vorliegt. Auch in den etwas grobkörnigeren Gesteinstypen finden sich solche Stellen, und man kann annehmen, dass auch hier Glasmasse, wenn auch in geringerer Menge, vorhanden war. Die Menge der Glasbasis muss ja naturgemäss nach dem Rande des Lagers hin zunehmen, besonders weil einzelne Gemengtheile, der Augit, Apatit und Quarz ganz zurücktreten und verschwinden. Kalkspath ist natürlich auch in dem dichten Diabas als Verwitterungsproduct häufig anzutreffen. Dagegen findet sich von den übrigen secundären Mineralien Epidot nur in einem einzigen Schliff in ganz geringer Menge. Kleine Schüppchen von dunklem Glimmer mit starkem Dichroismus sind in manchen Präparaten als Verwitterungsproduct ziemlich verbreitet.

Der feinkörnige Diabas nimmt erst unmittelbar am Salband eine glasige Beschaffenheit an, wie sie in der nächsten Nähe einer Abkühlungsfläche gewöhnlich aufzutreten pflegt. Das Gestein ist schon ziemlich zersetzt und an der Oberfläche braun gefärbt, während es im Innern der Stücke grünlich bis grau aussieht. In vielen Fällen ist es angefüllt mit kleinen etwa 1 mm grossen, helleren Flecken, die aber wohl bloss von der Verwitterung herrühren und nicht variolitische Bildungen vorstellen, wie man wegen ihres Auftretens

Digitized by Google

unmittelbar am Rande annehmen könnte. In einer Entfernung von 1½—2 cm vom Rande ist der Diabas zwar schon sehr feinkörnig, unterscheidet sich aber nur wenig von dem zuletzt beschriebenen augitfreien. Etwa 0,1 mm lange Feldspathleistchen, welche ganz klar durchsichtig sind, liegen in einer grünen Grundmasse. Zwillingsstreifung lassen sie nicht erkennen; sie sehen dadurch, dass sie unregelmässig an den Enden begrenzt sind und im Innern einen Streifen von Chlorit haben, etwas skelettförmig aus. Die Grundmasse besteht aus Chlorit, der wohl aus einer glasigen Basis entstanden ist, mit zahlreichen, schon stark zersetzten Erzkörnchen darin.

Weiter nach dem Rande zu nimmt die Menge der grösseren Feldspathleistchen ab, sie treten nur noch porphyrisch eingesprengt auf, während die Zwischenräume erfüllt werden von massenhaften winzigen, nahezu mikrolithisch ausgebildeten Feldspathen, die nach dem Contact zu immer kleiner und verschwommener werden und schliesslich in faserig aussehende Gebilde übergehen, welche zu kleinen, garbenförmigen Bündeln vereinigt sind und nur ganz schwach polarisiren. Ganz am Rand besteht der Diabas nur noch aus einer hellen Glasmasse, in der als einzige Ausscheidungen massenhafte kleine opake Körnchen, wahrscheinlich von Erz, liegen. Im gewöhnlichen Licht structurlos lässt das Glas bei gekreuzten Nicols fast überall schwache Doppelbrechung erkennen, die den Flächen ein eisblumenartiges oder mosaikähnliches Aussehen giebt. Grössere, porphyrisch eingesprengte Feldspathleistchen fehlen auch in der äusseren Randzone nicht. Dicht am Rande liegen vertheilt Partien von chloritischer Substanz mit rothbraun verwittertem Erz darin, welche im polarisirten Lichte in einzelne Formen zerfallen, die rhombischen Umriss deutlich erkennen lassen und die ich für ehemaligen resorbirten Olivin halten möchte. Solche Olivinformen, die in dem glasig entwickelten Rande von Diabasen häufiger zu sein scheinen, beschreibt auch R. Brauns[1] von Homertshausen im hessischen Hinterlande.

Die erwähnten hellen Flecken, die vielfach in der glasigen Randzone vorkommen, stellen sich im Dünnschliff dar als ein

[1] R. Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. p. 509—510.

Digitized by Google

Haufwerk von kleinen Feldspathleisten, welche in einer ganz durchsichtigen hellen Grundmasse liegen, die durch feine, massenhaft ausgeschiedene Erzkörnchen etwas getrübt wird. Chlorit findet sich im Gegensatz zu dem umgebenden Gestein gar nicht in dieser wohl grösstentheils glasigen Grundmasse, auf das polarisirte Licht wirkt sie nur ganz schwach ein.

3. Gänge von Diabas in Diabas.

Im Anschluss an die Beschreibung des Diabases sei noch eine Erscheinung erwähnt, die meines Wissens bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist. In einzelnen der grossen Blöcke, wie sie beim Bahnbau verwandt wurden und lose im Einschnitt herumlagen, fand sich nämlich gangförmig in dem gewöhnlichen Gestein eingeschlossen ein fast schwarzes, vollständig dichtes Material. Es ist nur anzutreffen in den feinkörnigen Ausbildungsformen des Diabases vom Rande des Lagers, doch gelang es mir nicht, es dort anstehend zu finden. Das umherliegende Material war reichlich genug, um es einer genaueren Untersuchung unterwerfen zu können. Die stärksten der beobachteten Gänge waren 6 cm mächtig, solche von 5 cm sind noch ziemlich häufig, sehr viele haben aber nur etwa 1 cm Durchmesser und darunter. Die Mächtigkeit eines und desselben Ganges wechselt, indem er sich an einzelnen Stellen verengert oder auch in verschiedene Zweige theilt, die sich an einer anderen Stelle wieder vereinigen. Hier und da entsenden diese Gänge auch kleine Apophysen in das Nebengestein oder verästeln sich in mannigfaltiger Weise und nehmen dabei mikroskopische Dimensionen an. Die dünneren Gänge sind in ihrer ganzen Masse schwarz gefärbt, während die grösseren nur an der Grenze gegen das Nebengestein von dunklen Säumen eingefasst werden, nach der Mitte zu aber mehr und mehr die Farbe und das Aussehen eines sehr feinkörnigen, graugrünen Diabases annehmen. Ein gutes Bild von der Erscheinung giebt die Figur auf Taf. VII, welche nach einem Handstück aufgenommen wurde, das Herr Geheimer Oberbergrath Chelius-Darmstadt gesammelt und mir gütigst zur Verfügung gestellt hatte. Ein Schliff aus der Mitte eines solchen Ganges zeigte auch, dass man es hier mit Diabas zu thun habe, der gangförmig in einem anderen Diabas vorkommt.

Digitized by Google

Um die Natur des Gangmaterials genauer zu bestimmen, wurde von mir eine chemische Analyse desselben vorgenommen mit folgendem Ergebniss (unter I):

	I.	II.	III.
SiO_2	47,27 %	49,17 %	47,36 %
TiO_2	1,81 „	2,33 „	0,51 „
Al_2O_3	14,12 „	12.22 „	16,79 „
Fe_2O_3	4,68 „	3,10 „	1,53 „
FeO	7,94 „	13,31 „	7,93 „
MnO	0,60 „	0,39 „	0,44 „
CaO	5,68 „	6,42 „	10,08 „
MgO	7,44 „	5,01 „	6,53 „
K_2O	1,21 „	1,09 „	0,84 „
Na_2O	3,82 „	4,07 „	2,85 „
H_2O unter 110°	0,95 „	0,60 „	} 3,05 „
H_2O über 110°	3,86 „	2,25 „	
CO_2	1,10 „	0,16 „	0,48 „
P_2O_5	0,16 „	0,25 „	0,26 „
	100,64 %	100,37 %	100,61 %
Spec. Gew. . .	2,80 „	2,96 „	3,081 „

Zum Vergleich ist unter III. angeführt eine Analyse eines Diabases aus dem Lupbodethal zwischen Allrode und Treseburg im Harz, welche bei Rosenbusch angegeben wird[1]. Die Zahlen stimmen ganz gut überein, so dass man vom chemischen Standpunkte keinen Grund dagegen hat, das gangförmige Gestein für einen Diabas zu erklären. Eine Gegenüberstellung von I. und II. der Analyse des grobkörnigen Diabases von Hartenrod zeigt vor allem, dass die Gänge etwa 2 % Kieselsäure weniger enthalten, also basischer sind als das eigentliche Gestein, wie es vielfach der Fall zu sein pflegt bei Magmen, welche neben der Hauptmasse auch Gänge geliefert haben. Das geringere specifische Gewicht des Ganggesteines ist vielleicht eine Folge der glasigen Ausbildung.

Abgesehen von der chemischen Untersuchung, weist auch die mikroskopische Analyse darauf hin, dass in dem gangförmigen Material ein wirklicher Diabas vorliegt, der infolge seines Auftretens in ganz engen Gängen allerdings im Dünnschliff eine abnorme Ausbildung zeigt.

Betrachtet man einen Schliff durch die Randzone eines

[1] H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 323.

Digitized by Google

nicht zu schmalen Ganges (vergl. Taf. VI Fig. 2), so wird man im allgemeinen folgende Verhältnisse beobachten können: das Gangmaterial setzt unmittelbar gegen den Diabas ab, ohne dass dieser eine Veränderung an der Berührungsfläche erkennen liesse. Die Grenze verläuft dabei nicht geradlinig, sondern beide Theile greifen ineinander über und zwar stets derart, dass die in den Gang vorspringenden Theile des Diabases von Feldspathleisten gebildet werden, während umgekehrt das Gangmaterial nur dort eingedrungen ist, wo sich zwischen den Feldspathen vorher Zwischenklemmungsmasse irgendwelcher Art befunden hat. So gewinnt es den Anschein, als ob das Gangmaterial bei seinem Eindringen Theile des umgebenden Gesteins resorbirt habe, wobei sich die Feldspathe als die widerstandsfähigsten erwiesen. Dafür spricht auch der Umstand, dass in dem Gangmaterial sich hier und da grössere Feldspathleisten ganz isolirt finden oder auch mehrere zusammen, die dann regellos durcheinander liegen, wie in dem körnigen Nebengestein, aus dem sie zweifellos stammen. Bei der raschen Abkühlung des Gangmaterials, worauf seine ganze Structur hinweist, ist es wenig wahrscheinlich, dass diese Feldspathleisten etwa porphyrische Einsprenglinge wären, sondern sie stellen offenbar die Reste von Gesteinsbröckchen dar, welche von dem körnigen Diabas losgerissen und aus denen, bis auf den Feldspath, alle übrigen Bestandtheile herausgelöst wurden.

Der Rand des Ganges wird im Dünnschliff nur schwer durchsichtig. Er besteht aus einer trüben, dunkelgrauen Masse, in welcher kleine Erzkörnchen zu erkennen sind. Sehr bald beginnt diese Masse sich in bestimmter Weise anzuordnen, es entsteht ein dichtes Gewebe von sphärolithischen oder büschelförmigen Aggregaten, dessen Bestandtheile nicht näher zu erkennen sind, an deren Aufbau aber wohl hauptsächlich der Feldspath betheiligt ist, daneben vielleicht auch Augit, denn dieser kommt schon wenig weiter innen unter den ausgeschiedenen Gemengtheilen in kleinen Körnchen vor. Die Structur dieser Aggregate ist äusserst zierlich und recht vollkommen, die radialstrahligen Büschel berühren sich gegenseitig und lassen nur selten Zwischenräume frei, welche ausgefüllt sind mit chloritischer Substanz, die aus früher vor-

Digitized by Google

handener Glasmasse hervorgegangen sein mag. Die Aggregate zeigen nur ganz schwache Doppelbrechung, eine glasige Basis ist wegen der schweren Durchsichtigkeit darin nicht zu erkennen. Kleine Erzkörnchen finden sich auch hier staubförmig eingestreut. Diese Zone bildet in der Hauptsache den schwarzen Rand, der die grösseren Gänge zu beiden Seiten gegen den eigentlichen Diabas abgrenzt.

Nach innen zu wird die Masse etwas durchsichtiger, indem die radialstrahligen Büschel kleiner werden und weiter auseinander rücken, wofür die chloritische Substanz jetzt in grösserer Menge die Zwischenräume ausfüllt. Bald verlieren die sphärolithischen Aggregate ihren Charakter und zerfallen in unregelmässige, mit Erzkörnern untermischte Häufchen von kleinen Feldspathen und trüben Partikelchen, die wahrscheinlich aus verwittertem Augit bestehen. Schon ungefähr $\frac{1}{2}$ cm vom Rande hat das Gangmaterial fast ganz die Structur eines feinkörnigen Diabases angenommen. Die Feldspathleistchen treten deutlich hervor; sie sind ziemlich gedrungen und erreichen keine grosse Länge (etwa 0,03 mm), Zwillingsbildung ist nicht an ihnen zu erkennen. In den Zwischenräumen liegen Erzkörner, die schon ziemliche Grösse besitzen, und kleine trübe Fetzchen, die Überreste des Augits, der nur noch im Kern mancher dieser Theilchen zu finden ist. Die Grundmasse besteht aus Chlorit, doch sind auch Reste von Glasmasse noch deutlich festzustellen.

Abgesehen von geringen Modificationen, die in der verschieden raschen Erstarrung wohl ihre Ursache haben, sind die grösseren Gänge in der beschriebenen Weise ausgebildet. Die kleineren dagegen sind im Dünnschliff nur schwer durchsichtig (vergl. Taf. VI Fig. 3) und zeigen hier nur das trübe, undeutliche Gemenge von zum Theil radialstrahliger Anordnung, wie es in den Randpartien der breiteren Gänge vorkommt.

In welcher Weise diese Gänge von Diabas in Diabas entstanden sind, lässt sich nur vermuthen. Sie stellen wohl die Ausfüllung von Spalten dar, die im Gestein bei der Erstarrung entstanden waren und die durch einen Nachschub von flüssigem Magma von neuem mit Eruptivmaterial gefüllt wurden.

Digitized by Google

4. Contacterscheinungen.

Exomorphe Contacterscheinungen sind an den Diabasen der Bahnstrecke wenig zu beobachten. Das ist natürlich bei den Gesteinen vom Tunnel und von Übernthal, da sie Oberflächenergüsse darstellen, die höchstens von Veränderungen im Liegenden begleitet sein können, aber nicht begleitet sein müssen, da es sehr wohl denkbar ist, dass ein auf einem losen Untergrunde sich bewegender Lavastrom, zumal wenn er geringe Mächtigkeit besitzt, dauernd merkbare Veränderungen desselben nicht hervorbringt. Dass auch bei dem Diabas von Hartenrod, der ein Intrusivlager bildet und an dem sich die Erscheinungen der endomorphen Contactmetamorphose sehr deutlich verfolgen lassen, eine stärkere Veränderung des Nebengesteins unter dem Mikroskop nicht constatirt werden konnte, hat wohl vor allem seinen Grund in der substanziellen Beschaffenheit des letzteren. Wie schon eingangs erwähnt, besteht es aus oberdevonischem, glimmerhaltigem Sandstein, der vielfach wechsellagert mit ganz quarzitisch ausgebildeten Schichten, die besonders auch in der Nähe des Diabases auftreten und die natürlich nicht das nöthige Material enthielten, um die Bildung von Contactmineralien zu ermöglichen. Ein Stück von diesem Gestein, das ich direct vom Salband entnahm und welches röthlich und grau gebändert aussieht, zeigt im Dünnschliff keine wesentlichen Veränderungen, abgesehen davon, dass zwischen den kleinen Quarzkörnern, welche das Ganze zusammensetzen, sich etwas Chlorit, oft in lagenweiser Anordnung und bandartig angehäuft, findet, zusammen mit kleinen Schüppchen von Biotit und secundären Titanitkörnchen, Producte, die auch nachträglich aus dem Nebengestein eingewandert sein können. Auch Schliffe von weniger quarzitischem Gestein, das ebenfalls durch Contact verändert schien und ganz hell gefärbt war, liessen keine abnorme Ausbildung erkennen. Sichere Anzeichen für das Vorhandensein einer Contactmetamorphose fanden sich nur in einem Schliff, der von einem ähnlichen Stück festen, quarzitähnlichen Materials stammte, wie der zuerst erwähnte. Unter dem Mikroskop erkennt man an manchen Stellen etwa 0,05 mm grosse Krystalle von scheinbar regulärem oder rhombischem Umriss, die

Digitized by Google

im polarisirten Licht schwache Doppelbrechung zeigen, etwa wie Quarz, dem sie auch infolge ihrer klaren Durchsichtigkeit ähnlich sehen. Sie kommen stets mit Kalkspath zusammen vor, von dem sie sich schon im gewöhnlichen Licht sehr gut abheben durch einen starken dunklen Rand, der auf hohes Brechungsvermögen hinzudeuten scheint. Beim Drehen verschwinden diese Ränder in bestimmten Stellungen, in denen sie offenbar das Licht nicht mehr reflectiren, die Krystalle heben sich dann von der übrigen Masse kaum noch ab. Bei gekreuzten Nicols löschen sie stets gerade aus und zwar parallel zur Diagonale der stumpf rhombenförmigen Durchschnitte, die kleinste Elasticitätsaxe fällt in die Richtung der langen Diagonale derselben. Derartige allseitig begrenzte Kryställchen liegen auch im Pyrit des Gesteins. Zu entscheiden, welches Mineral hier vorliegt, ist mir nicht gelungen. Auch die übrige Masse des Contactgesteins, die nicht mit Kalkspath angefüllt ist, bietet ein abnormes Aussehen. In einer dichten, mit winzigen hellgrünen Schüppchen angefüllten Grundmasse, die auf das polarisirte Licht nur ganz schwach einwirkt, finden sich oft dicht aneinander gedrängt ovale Mandeln, die im gewöhnlichen Licht fast ganz klar durchsichtig erscheinen und bei gekreuzten Nicols in kleine, schwach polarisirende Körnchen zerfallen. Die Mandeln sind zu breiten Bändern angeordnet; wo sie zurücktreten, nimmt die grünliche Grundmasse ihre Stelle ein, welche dann grosse, gleichmässig gekörnelte Flächen bildet, die bei gekreuzten Nicols fast ganz dunkel erscheinen. Im übrigen konnten keine Veränderungen in dem Nebengestein festgestellt werden, selbst die ganz hornsteinähnlichen Schieferstücke, die direct auf der oben erwähnten Contactfläche auflagern, zeigen unter dem Mikroskop nichts, was als Einwirkung des dagegenstehenden Diabases aufgefasst werden könnte.

II. Diabas aus dem zweiten Einschnitt bei Hartenrod.

Der oberdevonische Diabas aus dem zweiten Einschnitt ist in vieler Beziehung, besonders aber in seinem Mineralbestand, dem aus dem ersten sehr ähnlich. Das Gestein hat dunkelgraue Farbe, die einzelnen Gemengtheile sind im Hand-

Digitized by Google

stück nicht zu erkennen, besonders wegen der Verwitterung, die selbst in den noch sehr frisch erscheinenden Stücken ziemlich vorgeschritten ist. Ausserdem ist der Diabas hier auch nicht so grobkörnig, vielleicht deshalb, weil offenbar nur die obersten und randlichen Partien des ganzen Lagers aufgeschlossen sind. Die vorliegenden Stücke scheinen auch den feinerkörnigen Varietäten des Diabases vom ersten Einschnitt zu entsprechen, in beiden fehlen die granophyrischen Verwachsungen von Feldspath und Quarz, und u. d. M. zeigen beide dasselbe Structurbild. In frisch angeschlagenen und kurze Zeit der Verwitterung ausgesetzten Blöcken zeigt das Gestein durchweg die graugrünlichen Flecken, die in manchen Fällen auch bei dem Diabas des ersten Aufschlusses gefunden wurden; sie entsprechen auch hier, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, ehemaligem Augit. Die Verwitterung giebt dem Gestein ein verschiedenartiges Aussehen: theils wird es hell gelbgrün, theils roth gefärbt durch ausgeschiedenes oder angehäuftes Eisenerz, in welches der Diabas stellenweise übergeht. Manche Stücke sind ganz bunt gefärbt, indem der Feldspath eine rothe, die dem Augit entsprechenden Verwitterungsproducte eine hell gelbgrüne Färbung annehmen, während die chloritischen Gemengtheile dunkel bleiben.

Das frischeste Gestein, welches etwas fettig glänzend aussieht, zeigt im Dünnschliff dieselben Componenten und dieselbe Structur wie der Diabas aus dem ersten Einschnitt, abgesehen von dem Augit, welcher vollständig verschwunden ist. Feldspathleisten von verschiedener Grösse bilden den Hauptbestandtheil. Sie sind auch hier in zweierlei Weise verwittert, nämlich theils getrübt durch glimmerähnliche Producte, theils angefüllt mit massenhaftem, hellgefärbtem Chlorit. Im ersten Falle sind sie schwer durchsichtig, die Zwillingsbildung ist immerhin noch zu erkennen, der Rand gewöhnlich etwas klarer und, vor allem in den bunten Stücken, etwas röthlich gefärbt. Dort, wo Chlorit in grosser Menge in die Feldspathe eingedrungen ist und die trüben Massen fehlen, erscheinen die Leisten noch sehr frisch und fein verzwillingt. Neben den gewöhnlichen Zwillingsgesetzen treten hier auch die regelmässigen Durchkreuzungen einzelner Leisten auf (vergl. oben p. 92).

Digitized by Google

Das Titaneisen und der Apatit sind ebenso ausgebildet wie bei dem ersten Diabas, ebenso der Chlorit. Neben diesem beobachtet man als Verwitterungsproducte Calcit, Titanit und Prehnit, welcher auch chemisch nachgewiesen wurde, besonders in den bläulichen Flecken, welche hier und da in dem Gestein angetroffen werden. Quarz findet sich nur in Spuren und ist wohl secundären Ursprungs.

Der Augit, der einst in ziemlich grosser Menge vorhanden war und stellenweise noch an der Form zu erkennen ist, hat überall dieselbe Umwandlung erlitten, die wir schon bei dem Diabas aus dem ersten Einschnitt erwähnt haben. Er geht auch hier zunächst über in eine braune, trübe Masse, in welcher zuweilen auch kleine Quarzkörnchen angetroffen werden und die mit kleinen dunklen Körnchen, wahrscheinlich Titanit, angefüllt ist. Diese Masse wird schliesslich klarer durchsichtig und besteht dann fast vollständig aus Calcit, in welchen etwas Chlorit wohl von aussen eingewandert ist. Dazu gesellen sich nur noch wenige glimmerähnliche Schüppchen und die kleinen Körnchen von Titanit.

III. Deckdiabase aus dem Einschnitt östlich des Tunnels bei Hartenrod.

Der Diabas in dem Einschnitt östlich vom Tunnel ist verschiedenartig ausgebildet und unterscheidet sich von anderen Vorkommnissen in vieler Beziehung ganz wesentlich. Das Gestein ist hier nicht so günstig freigelegt wie an den übrigen Aufschlüssen, da der Einschnitt nahezu in der Streichrichtung der Schichten verläuft und diese z. Th. schon ziemlich stark verwittert sind, so dass es nicht immer leicht ist, den Verband der einzelnen Modificationen des Diabases zu erkennen. Es lassen sich, wenn wir die günstigere Seite der beiden Profile ins Auge fassen, mehrere Lager von Diabas unterscheiden, die durch mehr oder weniger mächtige Interpositionen von meist stark verruscheltem Schiefer voneinander getrennt sind. In die einzelnen Diabasmassen selbst sind öfter Schiefer eingeschlossen, so dass man bei manchen im Zweifel sein kann, ob sie wirklich Einschlüsse bilden oder zwei verschiedene Ströme voneinander scheiden. Zunächst dem Tunneleingang steht auf etwa 80 m hin ein graues bis graugrünes, fein-

Digitized by Google

körniges oder aphanitisches Gestein an, welches von vielen Kalkspathadern durchzogen wird, stellenweise auch Mandelräume bildet, und das den gewöhnlichen Deckdiabasen sehr ähnlich sieht. In seinem Hangenden, durch eine dünne, noch nicht 1 m dicke Schieferschicht von ihm getrennt, befindet sich ein fast ganz schwarzer Diabas von geringer Mächtigkeit, dessen Blöcke bei der Verwitterung gern kugelige Formen annehmen. Der Kern dieser Kugeln ist noch ganz frisch und fest, während die Hülle zu einem dunklen Grus zerfällt, in welchen die festeren Stücke eingebettet liegen. Frisch angeschlagen sieht das Gestein dunkelgrün aus, nach verhältnissmässig kurzer Berührung mit der Luft wird es ganz schwarz, was vielleicht mit einem veränderlichen Wassergehalt zusammenhängt. Diese Eigenschaft theilen alle übrigen schwarzen Diabase aus dem Einschnitt. Theilweise völlig ähnlich diesem Gestein ist der folgende, durch eine ziemlich mächtige Schieferschicht davon getrennte Diabas. Seine Farbe ist schwarz, die Tendenz zu kugeliger Verwitterung und zur Bildung eines feinen Gruses ist ebenfalls vorhanden, zuweilen beobachtet man auch eine mehr lagenweise Absonderung. Der grösste Theil des Gesteines hat auch die Structur des vorhergehenden, d. h. er ist etwas grobkörniger als der gewöhnliche Deckdiabas. An einzelnen Stellen, in diesem Falle besonders nach dem Liegenden zu, wird das Gestein körniger, die Bruchflächen haben eine mehr blätterige Beschaffenheit, so dass man es zunächst für einen Pikrit halten möchte. Das fettig glänzende Aussehen, welches auf hohen Serpentingehalt hindeutet, und der schwarzgrüne Verwitterungsgrus, der die festeren Gesteinspartien umgiebt, unterstützen diese Vermuthung. Eine Grenze zwischen dem so ausgebildeten Gestein und dem übrigen, dem Deckdiabas ähnlicheren schwarzen Material lässt sich nicht ziehen.

Ganz dasselbe kann man beobachten bei dem letzten, sehr ausgedehnten Lager, das sich bis fast an das Ende des Einschnitts erstreckt. Der Diabas gleicht hier stellenweise dem gewöhnlichen Deckdiabas, wie er am Tunneleingang ansteht, hat die graugrüne Färbung desselben und bildet hier auch die erwähnten, wulstartigen Oberflächenformen. Einzelne Partien sind dunkler bis schwarz gefärbt, tiefer im Einschnitt

Digitized by Google

herrscht das schwarze Gestein sogar vor. Dichte Stellen desselben enthalten zahlreiche kleine Kalkeinschlüsse, die von einem schwarzen Rand umgeben sind. Ungefähr in der Mitte des ganzen, auf etwa 150 m aufgeschlossenen Lagers ist der Diabas wieder ganz körnig und pikritähnlich entwickelt. Auf den Spalten des Gesteins findet man Verwitterungsproducte abgesetzt: Serpentin und Kalkspath vermischt in langstengeligen Aggregaten, aber auch ganz dichten Serpentin, sogenannten Pikrolith.

Bei der mikroskopischen Untersuchung werden wir demnach an erster Stelle zu betrachten haben den gewöhnlichen grauen Deckdiabas, darauf das ähnliche schwarze Gestein und schliesslich die pikritähnliche Modification desselben und die Übergänge, die zwischen beiden bestehen. Anhangsweise soll einiges gesagt werden über die mikroskopische Beschaffenheit des Gesteins dort, wo es die wulstigen Oberflächenformen bildet.

1. Gewöhnlicher Deckdiabas von der Ostseite des Tunnels.

Das graue Gestein zunächst dem Tunneleingang und nach dem Ende des Einschnittes zu ist ein feinkörniger, spilitähnlicher Deckdiabas, in dem die Feldspathleisten nur selten mit dem blossen Auge zu erkennen sind. Grosse Neigung zur Bildung von Mandelräumen zeigt er nicht; stellenweise finden sie sich ziemlich angehäuft, während andere Partien vollkommen frei davon sind. Die Mandeln sind gewöhnlich mit Kalkspath angefüllt, der auch in zahlreichen Adern das Gestein durchzieht.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein diabasisch-körnige Structur: regellos durcheinanderliegende Plagioklasleisten von etwa 0,3 mm Länge, welche einfache Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz meist noch erkennen lassen, befinden sich in einer Grundmasse in der der chloritische, zum grössten Theil wohl aus einer ehemaligen Glasbasis entstandene Bestandtheil überwiegt; zahlreiche unregelmässige, meist recht kleine Körner von Augit und Titaneisen sind darin eingestreut. Die Feldspathe sind in der ganzen Masse gleichmässig getrübt und zersetzt, zeigen daher auch oft unscharfe Abgrenzung gegen die übrigen Bestandtheile. Der Augit ist ebenfalls nicht mehr frisch und geht in Chlorit über. Titanit in kleinen

Digitized by Google

Körnchen als Verwitterungsproduct des Titaneisens, vielleicht auch des Augits kommt im Schliffe häufig vor, ebenso als accessorischer Gemengtheil Pyrit, der sich überhaupt überall am Tunnel verbreitet findet. Bei der Zersetzung wird das ganze Gestein vielfach roth-braun gefärbt, indem sich Eisenerz in grösserer Menge darin absetzt.

Ein etwas abweichendes Aussehen weisen einzelne Schliffe auf aus Stücken, die ziemlich nahe der Oberfläche des einen Lagers entnommen wurden: einmal ist hier der Augit z. Th. in grösseren, unregelmässigen Individuen entwickelt, die noch verhältnissmässig frisch sind, vor allem aber zeigt der Feldspath neben der gewöhnlichen Ausbildung in Leistenform büschelige Wachsthumsformen, indem die Leisten sich in eine Anzahl von Ästen theilen. Diese Erscheinung erwähnt E. Dathe von einem Diabasmandelstein an der Strasse zwischen Plauen und Reinsdorf[1]: „Ein Theil der Plagioklasleisten ist an den Enden gerade abgeschnitten; ein anderer Theil hat jedoch eine mehrfache Zertheilung erfahren. In letzterem Falle erscheinen sie wie ausgefasert und wird die Erscheinung namentlich an vielen Individuen dadurch deutlicher, dass die Theilleisten etwas nach rechts und links auseinandergebogen sind, der Feldspath also gleichsam aufgeblättert ist und eine büschelförmige Gestalt annimmt.“ Dabei sind diese Wachsthumsformen meist keineswegs sehr zierlich, sondern die Ästchen sehen oft ziemlich plump aus, was vielleicht aber auch auf die fortgeschrittene Verwitterung zurückzuführen ist, durch die die Feinheiten der Bildungen verwischt werden.

2. Der schwarze Deckdiabas.

Der schwarze Deckdiabas, der die Hauptmasse des aufgeschlossenen Gesteines ausmacht, zeigt in sich wieder verschiedene Ausbildung, je nachdem er ganz feinkörnig entwickelt ist oder einzelne Gemengtheile, besonders kleine, glitzernde Feldspathleistchen mit dem blossen Auge erkennen lässt. Die Unterschiede sind u. d. M. so gross, dass wir den dichten und den etwas körnigeren schwarzen Diabas getrennt beschreiben müssen.

[1] E. Dathe, Beiträge zur Kenntniss der Diabasmandelsteine. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1883. p. 419.

Digitized by Google

Das dichtere Gestein, welches, soweit sich das verfolgen lässt, hauptsächlich in der Nähe der Oberfläche des grössten Lagers auftritt, gleicht am meisten dem grauen Deckdiabas, von dem es sich äusserlich nur durch die Farbe unterscheidet. Viele Stellen sind ausgezeichnet durch zahlreiche kleine Kalkeinschlüsse, die von einem pechschwarzen dichten Saum umgeben sind und sich ebenfalls nur am Rande zu finden scheinen. Auch im Dünnschliff weicht das Aussehen dieses aphanitischen schwarzen Diabases im Allgemeinen nicht von dem des grauen Deckdiabases ab. Die Structur, die durch die zahlreichen, bis zu einem halben Millimeter langen, schmalen Feldspathleisten beherrscht wird, ist divergentstrahlig. Die Leisten sind scharf begrenzt, in der Mitte meist wie gespalten und mit Chlorit angefüllt. In der Zwischenklemmungsmasse beobachtet man von primären Gemengtheilen nur noch kleine, unregelmässige Körner von Augit, während alles übrige von Chlorit eingenommen wird, der zum grössten Theil aus Glasmasse hervorgegangen zu sein scheint; Reste derselben sind stellenweise noch erhalten. Das Titaneisen ist schon verschwunden, der Titangehalt ist in zahlreichen kleinen Körnchen von Titanit enthalten, denen man allenthalben begegnet. Das Gestein ist demnach schon ziemlich stark zersetzt, obwohl es äusserlich nicht diesen Eindruck macht.

In den frischeren Stücken vom Rande bieten sich die Verhältnisse nicht in solch einfacher Weise dar, und besonders die Ausbildung zweier Gemengtheile, des Augits und des Feldspaths, ist in vieler Beziehung eigenartig. Der Feldspath bildet hier 0,2—0,5 mm lange, aber auch kleinere schmale Leisten, welche verhältnissmässig noch sehr frisch sind und von denen selbst die feinsten häufig Zwillingslamellen, zwei, meist aber mehr, deutlich hervortreten lassen. Das Erz ist noch erhalten und findet sich durchweg in ganz winzigen, oft viereckigen Körnchen, die nicht grösser als 0,01 mm werden, im Schliff vertheilt. Die chloritische Substanz ist von blaugrüner bis olivengrüner Farbe und zeigt keinen Dichroismus. Im polarisirten Licht bemerkt man die äusserst feine, radialstrahlige Anordnung. Die geschwungenen scharfen Umrisse deuten darauf hin, dass dieser Chlorit aus einer glasigen Basis hervorgegangen ist und nicht etwa aus dem Augit,

Digitized by Google

welcher von der Verwitterung fast gar nicht angegriffen ist. Pyrit ist in unregelmässigen Körnchen verbreitet. In den meisten Schliffen des feinkörnigen, schwarzen Diabases stösst man auf wohlerhaltene Olivinformen. Gewöhnlich sind sie etwas zusammengehäuft und fast vollständig mit Calcit ausgefüllt, der die unregelmässigen Risse des ursprünglichen Minerals oft noch sehr gut erkennen lässt (vergl. Fig. 7). Der Kalkspath ist hier nicht in klaren Körnern entwickelt, wie es R. Brauns[1] an den Pseudomorphosen von Calcit nach Olivin von Bottenhorn im hessischen Hinterland beschreibt, sondern feinfaserig, vielleicht deshalb, weil er den Chrysotil verdrängt haben mag, der bei der Verwitterung zunächst aus dem Olivin entstanden sein könnte.

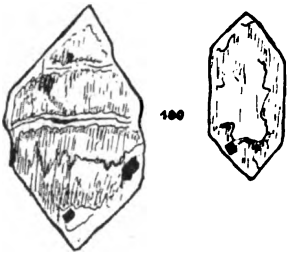


Fig. 7. Olivinformen mit Calcit ausgefüllt, der wahrscheinlich an Stelle von Chrysotil getreten ist und deshalb faserige Beschaffenheit zeigt. Schwarzer Deckdiabas vom Tunnel-Ost bei Hartenrod.

Der Augit sei hier an letzter Stelle erwähnt, da er in merkwürdiger Weise ausgebildet ist, wenigstens in denjenigen Stücken, welche die erwähnten kleinen Kalkeinschlüsse führen. Der Augit macht den grössten Theil der Zwischenklemmungsmasse aus, findet sich aber nicht in grösseren Körnern oder Krystallen, sondern die Zwischenräume zwischen den Feldspathleisten werden angefüllt von regelmässig parallel gelagerten Augitsäulchen, die dicht nebeneinander liegen. Meist verlaufen sie ganz geradlinig, hier und da sind sie auch schwach gebogen oder divergiren am Ende garbenförmig. Vielfach verrathen sie die Tendenz, sich zu den Feldspathleisten senkrecht zu stellen, und da, wo zufällig zwei Feldspathleisten einander parallel laufen, füllen sie den Zwischenraum lattenartig aus. Die Säulchen haben gewöhnlich nur eine Dicke von 0,005—0,01 mm, der Längsausdehnung wird durch die Menge der Feldspathe eine Grenze gesetzt, sie beträgt daher meist nicht mehr als 0,1 mm. Die Säulchen sind nach der Prismenaxe gestreckt, denn sie lassen hier und da

[1] R. Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1888. p. 480.

Digitized by Google

in ihrer Längsrichtung verlaufende kleine Risse erkennen, welche der prismatischen Spaltbarkeit entsprechen würden. In Querschnitten erscheinen sie als ein Haufwerk von kleinen Körnern, die keine bestimmte krystallographische Umgrenzung nachweisen lassen. Die Farbe der Nädelchen ist bräunlich bis violett. Sie polarisiren nur ganz schwach, was auf ihre geringe Dicke zurückzuführen ist. Diese schilfigen Nädelchen füllen den ganzen Schliff aus, und nur selten nehmen sie einmal eine etwas breitere Gestalt an und nähern sich mehr der gewöhnlichen körnigen Ausbildung des Augits. Vergleicht man mit dem eben Gesagten die Beschreibung Dathe's von einem Augit in dem Diabasmandelstein von Reinsdorf[1], so wird man sehen, dass sie in den wesentlichen Punkten damit übereinstimmt. Der Unterschied in der Ausbildung der Augitnädelchen scheint mehr durch äussere Umstände bedingt zu sein, wie durch die massenhafte Anwesenheit von Feldspath in unserem Gestein, der in dem Diabasmandelstein von Reinsdorf besonders an denjenigen Stellen zurücktritt, wo die merkwürdigen Augitformen vorkommen.

Noch auffallender sind die Formen des Augits in der Nähe der kleinen Kalkeinschlüsse. Im Handstück betrachtet erweisen sich diese nicht als einheitliche Körner von Kalkspath, sondern um ein grösseres, einige Millimeter dickes Korn, von regellosem Umriss zerstreut liegen ganz kleine ebenso unregelmässige Theilchen von Calcit, so dass es den Anschein erweckt, als stellten sie die Trümmer dar eines grösseren Einschlusses, der theilweise von dem Magma resorbirt worden und als dessen Kern das centrale grössere Stückchen von Kalkspath anzusehen sei. Dass wirklich ein derartiger Vorgang stattgefunden hat, geht daraus hervor, dass die Einschlüsse umgeben sind von einem schwarzen Saum, und dass diese Einwirkung zu einer Zeit stattgefunden hat, wo der Diabas noch nicht erstarrt war, zeigt die mikroskopische Beschaffenheit dieser Ränder.

U. d. M. im polarisirten Licht betrachtet ist der Kalkspath der Einschlüsse meist radialstrahlig und zeigt ein dunkles Interferenzkreuz, dessen Centrum nicht in der Mitte,

[1] E. Dathe, Beiträge zur Kenntniss der Diabasmandelsteine. Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1883. p. 414 ff.

Digitized by Google

sondern am Rande des Einschlusses liegt. Die einzelnen Fasern verlaufen nicht regelmässig, sondern sind büschelförmig ausgebildet, so dass das Ganze mehr einem eisblumenähnlichen Gebilde gleicht. Im gewöhnlichen Licht erkennt man in dünnen Schliffen senkrecht zur Faserrichtung concentrische Bögen, welche einer Spaltrichtung des Calcits entsprechen. In seltenen Fällen ist der Kalkspath auch körnig entwickelt. Er greift häufig mit unregelmässigen Partien in den Diabas hinein, umschliesst auch einzelne Theile desselben und bildet in dem Gestein zahlreiche Körner von verschiedener Grösse.

Um diese Einschlüsse herum wird der Feldspath scheinbar vollständig zurückgedrängt, Augit füllt dafür das ganze Gesichtsfeld in langen, schilfigen Wachsthumsformen aus (vergl. Taf. VIII Fig. 2), die ihrem Wesen nach dasselbe sind wie die Augitnädelchen in der Grundmasse des Gesteins, die sich hier aber viel länger entwickelt haben. Sie erreichen eine Länge von $1\frac{1}{2}$ mm, während die Breite 0,01—0,02 mm nicht überschreitet. Die Farbe ist auch hier bräunlich bis violett, die Polarisation nur schwach. Im Querschnitt zeigen die Büschel mehr langgestreckte, flache Formen, die im Innern einen dichteren, in der Längsrichtung des Durchschnittes linienförmig ausgezogenen Kern enthalten, der aus eng gedrängten Augitsäulchen besteht. Über das ganze Aggregat vertheilt sind kleine, längliche Erzkörnchen, die unter sich meist parallel geordnet sind und das Präparat in regelmässiger Weise durchspicken, sich bei feinerer Entwickelung auch gitterförmig durchkreuzen. Kleine Zwischenräume sind ausgefüllt mit chloritischer Substanz, die auch direct um die Kalkspatheinschlüsse herum auftreten kann, was mir auch auf ihre secundäre Entstehung aus Glasmasse hinzudeuten scheint, zumal die Augitaggregate noch vollständig frisch und unverwittert sind. Inwieweit Feldspath an dem Aufbau dieser Wachsthumsformen Theil hat, ist oft nicht leicht zu entscheiden. Zuweilen scheint er die hellen Zwischenräume zwischen den Augitsäulchen auszufüllen. Ganz deutlich ist er manchmal am Rande gegen die Kalkspatheinschlüsse zu erkennen. Er bildet hier äusserst zierliche büschelige oder moosartige Formen, die aus den Augitaggregaten gleichsam in den Kalk hineingewachsen sind (vergl. Taf. VIII Fig. 2, am Rande des Augits).

Digitized by Google

Zwischen den Ästchen des feinverzweigten Feldspathes bildet hier der Augit das Ausfüllmaterial. Wo dünnere Partien des Gesteins in den Kalkspath hineingreifen, sind die Wachsthumsformen des Augits feiner entwickelt, meist auch mehr divergentstrahlig, das Titaneisen tritt an Menge mehr hervor und bildet die schon erwähnten gitterförmigen Durchkreuzungen. Dieselben Anhäufungen von Augitnädelchen führt auch Dathe (l. c. p. 415/16) an, aber nicht wie hier um wirkliche Kalkeinschlüsse herum, sondern um Mandelräume des Gesteins. Sonst könnte man seine Beschreibung vielfach wörtlich auf unseren Fall anwenden.

Bei der Verwitterung gehen die zierlichen Wachsthumsformen des Augits in Chlorit über, was im Handstück sich darin kundgiebt, dass der die Einschlüsse umgebende schwarze Rand verschwindet. U. d. M. lässt sich aber die frühere Anwesenheit der Augitsäulchen noch erkennen, da der an ihre Stelle getretene Chlorit im polarisirten Licht meist noch ganz deutlich die schilfige Structur derselben zeigt.

Die eigenthümliche Ausbildung des Augits und das theilweise massenhafte Auftreten von Erz sind offenbar Folgen einer chemischen Einwirkung des $CaCO_3$-Gehaltes der primären Kalkeinschlüsse. Die Möglichkeit einer solchen Beeinflussung des umgebenden Diabases durch primäre Einschlüsse von Kalk zog schon R. Brauns heran bei Besprechung eines an Kalkeinschlüssen reichen Diabases von Homertshausen im hessischen Hinterlande[1]. Nur handelte es sich dort um Kalkbrocken, die die unserigen an Grösse bei weitem übertrafen, wodurch die Erscheinung wesentlich modificirt wurde, da sowohl die abkühlende Wirkung der Einschlüsse hinzukam, die eine mehr glasige Ausbildung in der Umgebung zur Folge hatte, als auch der Einfluss der in grosser Menge freigemachten Kohlensäure, die eine blasige Beschaffenheit des Nebengesteins bedingte. In unserem Falle erfolgte neben der reichlichen Erzausscheidung, die Brauns auch in dem Diabas von Homertshausen als besonders charakterisch beschreibt, die eigenthümliche Krystallisation des Augites.

---

[1] R. Brauns, Diabasglas und Variolit als randliche Ausbildungsformen etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. p. 528.

Digitized by Google

Neben der merkwürdigen Entwickelung des Augits zeigen andere Schliffe auch eine besondere Ausbildung des Feldspathes. Der Feldspath findet sich in diesen Schliffen einmal in Form grösserer, porphyrisch eingesprengter Leisten, die schon ziemlich verwittert sind und grössere Blättchen von hellem Glimmer einschliessen. Daneben treten Feldspathleisten auf von derselben Grösse wie in dem vorher beschriebenen Gestein. Sie unterscheiden sich aber von diesen durch ihre mehr skeletartige Ausbildung: an den Enden sind sie mehr oder weniger zertheilt, zwischen die einzelnen gabelförmigen Ästchen greifen Augitsäulchen ein, welche man auch im Innern von Feldspathquerschnitten trifft. Man sieht im letzteren Falle nicht selten einen viereckigen Querschnitt im Innern ausgefüllt von einem Bündel Augitsäulchen. Die Ausfaserung der Feldspathleisten an den Enden deutet schon den Übergang an zu den büschelförmigen oder eisblumenartigen Wachsthumsformen, die in der Grundmasse vielfach verbreitet sind (vergl. Taf. VIII Fig. 1). Zu einer eigentlich sphärolithischen Ausbildung dieser Feldspathbüschel, wie sie Dathe (l. c. p. 421 ff.) im Diabasmandelstein vom Weinberge bei Weischlitz beobachtet hat, kommt es hier nicht.

Der etwas grobkörnigere schwarze Deckdiabas lässt zwar im Handstück die Gemengtheile nicht hervortreten, ausgenommen hier und da kleine glitzernde Feldspathe; seine körnige Beschaffenheit erkennt man aber leicht an der rauhen Oberfläche und an kleinen glänzenden Bruchflächen, die auf eine mehr isometrische Ausbildung der Gemengtheile hindeuten. Im übrigen besitzt das Gestein, frisch angeschlagen, eine dunkelgrüne Farbe, die an der Luft sehr bald in Schwarz übergeht.

U. d. M. findet man in den Schliffen eine Reihe von Structurtypen vertreten, die zwischen einer echt divergentstrahligen und einer hypidiomorph-körnigen oder intersertalen wechseln und die besonders durch die Ausbildung und das mehr oder weniger starke Hervortreten des Feldspathes bedingt sind. Das Vorhandensein einer scharf ausgeprägten krystallinischen Grundmasse führt zuweilen auch zu porphyrischen Structurformen. Sowohl in der Structur wie in der Ausbildung vieler Gemengtheile gleichen diese schwarzen Deckdiabase sehr den Diabasen von der Westseite des Tunnels.

Digitized by Google

Die Menge des Feldspathes wechselt in den verschiedenen Schliffen. Die manchmal im Durchschnitt nur 0,3 mm langen und 0,07 mm breiten Leisten berühren sich kaum oder gar nicht, während sie in anderen Schliffen nicht selten bis zu 2, ja sogar 4 mm lang, aber nicht breiter werden und dann die Hauptfläche des Gesichtsfeldes ausfüllen. Bei mehr isometrischer Ausbildung tritt der Feldspath ebenfalls in wechselnder Menge auf. Abgesehen von den kleinen Feldspathen in der zuweilen auftretenden Grundmasse haben die einzelnen Krystalle in einem und demselben Schliff ungefähr die gleiche Grösse und gehören demnach einer Generation an. Die Ausbildung ist, abgesehen von der äusseren Form, in allen Fällen die gleiche: die Leisten sind im gewöhnlichen Licht wasserhell durchsichtig und nur ganz schwach getrübt. Im polarisirten Licht lassen sie daher die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz sehr deutlich erkennen, die oft in der feinsten Weise ausgebildet ist, häufig auch eine Zweitheilung des Krystalls zur Folge hat, die sich schon im gewöhnlichen Licht darin äussert, dass viele Leisten in der Mitte einen in der Längsrichtung verlaufenden geraden Riss erkennen lassen, der noch besser hervortritt, wenn Verwitterungsproducte sich auf ihm abgesetzt haben. Neben Albitzwillingen beobachtet man auch das Karlsbader Gesetz und die unbekannten regelmässigen Durchkreuzungen, besonders die letzteren ziemlich häufig. Bei der Verwitterung siedeln sich in den Feldspathen grössere farblose Blättchen an, die wahrscheinlich durch ihre zahlreichen kleinen Spaltrisse die schwache Trübung mancher Leisten hervorbringen und die entweder die einzelnen Krystalle fast ganz bedecken, oder auch nur vereinzelt zu bemerken sind. Im polarisirten Licht verrathen sie starke Doppelbrechung, optisch sind sie alle gleich orientirt, die Richtung der Spaltbarkeit ist die Richtung der kleinsten Elasticität; die Blättchen könnten also recht gut einem hellen Glimmer angehören. Sie bilden das einzige direct aus dem Feldspath hervorgehende Verwitterungsproduct. Chlorit, der sich allerwärts auf Spaltrissen einnistet und der oft auch eine Quergliederung der Feldspathleisten sichtbar macht, ist von aussen eingewandert; bei vorgeschrittener Verwitterung zerlegt er manche Krystalle vollständig in einzelne Felder.

Digitized by Google

Der Augit ist stets in grosser Menge vorhanden und hält zuweilen dem Feldspath das Gleichgewicht. Niemals trägt er eigene Begrenzung, die Körner sind verhältnissmässig gross, wenigstens im Vergleich zu den Feldspathleisten, und haben die Neigung, nach der Axe c sich zu strecken. Einzelne Individuen werden so bis 3 mm lang, bei einer Breite von 0,3 mm. Seltener bildet der Augit kleinere, unregelmässige Körner oder lange, parallelfaserige Säulchen, wie sie in der Grundmasse des ganz feinkörnigen schwarzen Deckdiabases beobachtet wurden. Die Farbe des Augits ist violett, an den Rändern zuweilen etwas dunkler als in der Mitte, der Dichroismus meist nur schwach; in Schnitten senkrecht zu c ist er regelmässig zu beobachten und ziemlich stark, nämlich zwischen gelb und violett. Bei der Verwitterung geht der Augit in Chlorit über, ganz untergeordnet bemerkt man auch zunächst eine randliche Umwandlung in grüne faserige Hornblende, in Uralit.

Das Titaneisen hat meist die Form von mässig grossen Körnern von dreieckigem oder regellosem Umriss. Apatit konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. In den meisten Schliffen, besonders dort, wo der Feldspath etwas zurücktritt, begegnet man mehr oder weniger regelmässig ausgebildeten Olivinformen. Gewöhnlich liegen mehrere zu einer Gruppe vereinigt. Sie sind grösstentheils ausgefüllt mit Kalkspath, der nicht klar durchsichtig, sondern etwas getrübt ist und parallel der Axe c des ehemaligen Olivinkrystalls fein gefasert erscheint. Die unregelmässigen Risse des früheren Minerals sind theilweise noch erhalten. Manchmal betheiligen sich auch kleine Quarzkörnchen an dem Aufbau der Olivinformen.

Als Verwitterungsproducte finden sich in dem Gestein Kalkspath und kleine Körnchen von Titanit, die aus dem Titaneisen und dem Augit stammen mögen, vor allem aber Chlorit oder Serpentin in reichlicher Menge und von verschiedener Beschaffenheit. Z. Th. mag er aus Augit hervorgegangen sein, z. Th. wird er aber seine Entstehung dem früheren Vorhandensein einer glasigen Basis verdanken, worauf besonders das merkwürdige Aussehen vieler Chlorit- oder Serpentinaggregate hindeutet, die sich auch in ganz frischen

Digitized by Google

Schliffen finden, wo der Augit kaum von der Verwitterung angegriffen ist. Diejenigen Aggregate, die ich für umgewandelte Glasmasse halte, sind gewöhnlich schalig gebaut und im Innern radialfaserig. Der äusserste Umriss verläuft zwar unregelmässig, ist aber gut gegen die Umgebung begrenzt. Der Rand wird gewöhnlich von mehreren aufeinanderfolgenden, in sich selbst wieder aufs feinste quergefaserten Bändern gebildet, die sich scharf von einander abheben, besonders wenn sie verschiedene Färbung zeigen, die zwischen einem dunklen Olivgrün und einem ganz lichten Grün wechselt. Das Innere der Aggregate wird erfüllt von büscheligen, radialfaserigen oder raupenförmigen Massen, die oft wieder ähnlichen zonaren Aufbau besitzen und manchmal auch fast die ganze Fläche einnehmen. Im polarisirten Licht erkennt man den feingefaserten Bau dieser Aggregate, die mir mehr dem Serpentin als dem Chlorit anzugehören scheinen. Sie polarisiren nur schwach, die Faserrichtung ist die Richtung der kleinsten Elasticität.

Der aus dem Augit durch Verwitterung hervorgegangene Chlorit hat meist eine hellere Färbung und verräth im gewöhnlichen Licht keine so regelmässige zonare und radiale Anordnung der einzelnen Fasern. Kleine Fetzen von noch erhaltenem Augit, Körnchen von Titanit und andere Verwitterungsproducte, die ihn begleiten, deuten auf seine Entstehung hin.

In einem Schliff fanden sich überall in der chloritischen Substanz zahlreiche kleine farblose bis lichtgrüne, schilfähnliche Nädelchen, die von aussen nach innen in den Chlorit eindringen. Mit Sicherheit war ihre Natur nicht zu bestimmen. Doch halte ich sie für Serpentin, zumal die kleinste Elasticitätsaxe in die Faserrichtung fällt.

Vielfach ist in den grobkörnigeren schwarzen Diabasen noch eine dichte, ehemals wohl ziemlich glasreiche Grundmasse vorhanden. Kleine Feldspathleistchen bis zu 0,05 mm Länge, aber auch herab bis zu mikrolithischen Dimensionen, sind darin ausgeschieden, ebenso Augit, der bald körnig, bald in den erwähnten langstengeligen Wachsthumsformen ausgebildet ist. Titaneisen in winzigen bis staubartigen Körnchen und zierlichen Stäbchen oder dendritischen Formen ist in der ganzen Masse vertheilt.

Digitized by Google

3. Die pikritähnliche Modification des schwarzen Deckdiabases.

Die feldspathärmeren und mehr körnig entwickelten Ausbildungsformen des schwarzen Deckdiabases bilden schon den Übergang zu einem Gestein, das makroskopisch und mikroskopisch einem Pikrit sehr ähnlich sieht. Die frischesten Stücke desselben sind pechschwarz gefärbt, wenigstens nachdem sie einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen sind. Kleine glänzende Spaltflächen verrathen im Handstück den Augit, den am besten erhaltenen Gemengtheil. Das stärker zersetzte Gestein erweist sich im Contrast zu dem vorigen mehr grünschwarz, eine Folge der weiter fortschreitenden Serpentinisirung. Gleichzeitig bekommt es auch ein matteres Aussehen und fühlt sich fettig an.

U. d. M. erweist sich das Gestein als ein grobkörniges Gemenge von Augit, Feldspath und Olivinformen. Die Menge des Feldspathes ist eine wechselnde und beträgt in den feldspathreichsten Schliffen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ der übrigen Componenten. Je mehr das Gestein einem Pikrit ähnlich wird, um so mehr wird der Feldspath tafelig. Die eigentliche Feldspathsubstanz ist ganz wasserhell durchsichtig, die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz daher gut zu erkennen. Verwitterungsproducte, die aus dem Plagioklas selbst hervorgegangen sind, kann man kaum beobachten. Um so reichlicher ist überall auf Spaltrissen und auf unregelmässigen Klüften Chlorit eingedrungen, der die Leisten allmählich in Felder zerlegt und zuletzt ganze Pseudomorphosen nach Feldspath bildet.

Der Augit ist der am besten erhaltene Gemengtheil. Die unregelmässig begrenzten, meist ziemlich grossen Körner sind violett gefärbt, am Rande oft etwas intensiver wie in der Mitte, und zeigen in Schnitten senkrecht zu c deutlichen Dichroismus.

Die Olivinformen sind am zahlreichsten in den Schliffen zu finden, wo der Feldspath zurücktritt und nur noch in einzelnen isolirten Leisten vorkommt, und erreichen eine ziemliche Grösse. Im Innern tragen sie oft einen Kern von Kalkspath, der umgeben ist von Serpentin, viele sind auch ganz aus Serpentin aufgebaut; die maschenartigen Risse des ehemaligen Minerals sind dann öfters deutlich erhalten. Der Serpentin

Digitized by Google

ist zum geringeren Theil bläulichgrün gefärbt; die Hauptmenge dagegen ist mehr braungrün und ziemlich stark dichroitisch zwischen hellbraun und olivengrün. Im polarisirten Licht zeichnet er sich aus durch starke Doppelbrechung, die Interferenzfarben sind höhere wie bei Augit. Ich vermuthe daher, dass hier eine als Iddingsit bezeichnete, angeblich eisenreichere Varietät des Serpentins vorliegt, die sich durch eine hohe Doppelbrechung auszeichnet und die auch durch ähnliche intensive Färbung und starken Dichroismus charakterisirt ist.

Neben den grobkörnigen Gemengtheilen scheint überall eine feinerkörnige Grundmasse und eine glasige Basis vorhanden gewesen zu sein. Die krystallinischen Componenten dieser Mesostasis sind vielfach noch recht gut zu erkennen: es sind wenige kleine Feldspathleistchen und zahlreiche langstengelige, parallelgelagerte Wachsthumsformen von Augit. Diese Augitnädelchen sind am besten erhalten und liegen auch dort, wo die grossen Feldspathleisten verschwunden sind, in spitzen Zwickeln oder in kleinen, geradlinig begrenzten Vielecken und bezeichnen so genau den Raum, der einst von den Feldspathleisten umgeben war. Dort, wo sich die stengeligen Augite ungehindert entwickeln konnten, erreichen sie eine nicht unbedeutende Länge. Überall in der ehemaligen Grundmasse zerstreut bemerkt man zierliche Wachsthumsformen von Titaneisen, die oft in grosser Menge vorhanden sind und sich gitterförmig durchkreuzen.

In dem am stärksten verwitterten Gestein hat der Serpentin seinerseits eine Umwandlung erlitten und ist unter Wasseraufnahme übergegangen in ein oliv- bis braungrünes Mineral, welches vollkommen isotrop ist und die meisten Olivinformen vollständig ausfüllt. Die bekannte Maschenstructur des verdrängten Olivins ist dabei noch sehr gut zu sehen. Ich vermuthete, dass die fragliche Substanz identisch sei mit dem von R. Brauns entdeckten und von ihm zuerst beschriebenen Mineral Webskyit, das zuerst bei Amelose[1], dann bei Bottenhorn[2] und anderen Punkten des hessischen

[1] R. Brauns, Studien über den Palaeopikrit von Amelose. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. V, 1887. p. 318 ff.

[2] R. Brauns, Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1888. p. 471 ff.

Digitized by Google

Hinterlandes von ihm gefunden wurde. Da es charakterisirt ist durch einen hohen Gehalt an Wasser, das bei 110° weggeht, so bestimmte ich die bei dieser Temperatur entweichende Menge desselben. Das Mineral füllte ungefähr ein Viertel des Schliffes aus, und da es im reinen Zustande ca. 20% Wasser durch Trocknen bei 110° verliert, so musste in unserem Falle etwa eine Gewichtsabnahme um 5% eintreten. In der That erwies sich diese Berechnung auch als richtig: der Gewichtsverlust belief sich auf 5,2%. Das Pulver nahm nach längerem Stehen an der Luft das verlorene Wasser wieder auf; nach drei Tagen fehlten z. B. an dem ursprünglichen Gewicht nur noch 0,1%. Diese Eigenschaft des Webskyit, Wasser leicht abzugeben und wieder aufzunehmen, machte sich auch beim Schleifen des Gesteins unangenehm bemerkbar, indem es beim Aufkleben mit heissem Canadabalsam sein Volum beträchtlich verringerte, sich beim Befeuchten aber derart wieder ausdehnte, dass es sich „warf" und vom Objectträger losblätterte.

Nach Structur und Mineralbestand gleicht das zuletzt beschriebene Gestein völlig einem Pikrit. Was diesen aber vor anderen bisher untersuchten Pikriten auszeichnet, ist das merkwürdige Auftreten zusammen mit einem Deckdiabas, mit dem er durch Übergänge verknüpft ist und mit welchem er zusammen in einem Lager vorkommt, welches einen Deckenerguss vorstellt. Das letzte und ausgedehnteste Diabaslager am Ausgang des Einschnitts enthält sowohl gewöhnlichen grauen und mit Oberflächenformen ausgestatteten, als auch schwarzen Deckdiabas und das schwarze pikritähnliche Gestein, ohne dass zwischen den dreien eine Grenze auch nur angedeutet wäre. Die mikroskopische Untersuchung führt ebenfalls nicht zu einer Scheidung der drei Modificationen des Gesteins, sondern zeigt, dass sie allmählich ineinander übergehen. Aus dieser interessanten Thatsache weitere Folgerungen zu ziehen, dürfte nicht rathsam erscheinen, solange nicht weitere Untersuchungen über ähnliche Gesteine, also besonders über Pikrite vorliegen, die ja im hessischen Hinterlande eine ziemliche Verbreitung besitzen.

Glasige Oberflächen an dem Deckdiabas vom Tunnel-Ost. Die wulstartigen Formen des Deckdiabases

Digitized by Google

vom Tunnel-Ost, die oben schon mehrfach erwähnt wurden, sind äusserlich ausgezeichnet durch eine dichte, fast glasige Beschaffenheit, was ihre Deutung als Oberflächenformen annehmbar erscheinen lässt auch für denjenigen, der noch nicht dieselbe Erscheinung viel deutlicher und charakteristischer ausgebildet an anderen Punkten des hessischen Hinterlandes bezw. im Dillgebiet zu beobachten Gelegenheit hatte. Wer aber noch über die Natur dieser wulstartigen Formen im Zweifel sein sollte, wird durch die mikroskopische Beschaffenheit des Diabases an diesen Stellen darüber belehrt, dass es sich hier um oberflächlich rasch erstarrte Theile eines Diabasstromes handelt, dass man also mit Recht von „Oberflächenformen" sprechen kann. Obwohl die äussere Erstarrungskruste des Diabases leicht der Verwitterung ausgesetzt ist, lässt sich die glasige Beschaffenheit noch sehr gut beobachten, besonders deutlich tritt sie im Dünnschliff hervor. Der äusserste Rand wird gebildet von einem braundurchsichtigen Glas, in welchem nur wenige Feldspathmikrolithen, etwas häufiger grössere, porphyrische Feldspathleisten angetroffen werden, zuweilen auch Olivinformen, die sich durch deutliche Umgrenzung auszeichnen und mit Chlorit erfüllt sind. Um die mikrolithischen Ausscheidungen herum ist das Glas gewöhnlich ganz schwach doppelbrechend, sonst verhält sich der grösste Theil dieser Randzone vollkommen isotrop. Die glasige Kruste ist nur ganz dünn, in den Schliffen ist sie etwa in einer Dicke von 2 mm erhalten. Nach innen nehmen die Feldspathausscheidungen in der Glasmasse rasch zu und die Leisten werden verhältnissmässig gross. Die Umgrenzung derselben ist unscharf, da sie an den Enden ganz zerschlissen sind oder vollständig aus feinen Fasern zu bestehen scheinen; an die grösseren porphyrischen Leisten setzen sich häufig büschelförmige Wachsthumsformen von Feldspath an. Die scharfen Olivinformen, die nach innen zu noch zahlreicher auftreten und gewöhnlich zu grösseren Gruppen vereinigt sind, werden hier von Kalkspath ausgefüllt. 1—2 cm von der Oberfläche entfernt, verlieren die Feldspathe ihre büschelige Ausbildung und das Gestein gewinnt das Aussehen des gewöhnlichen feinkörnigen Deckdiabases, wie er im Abschnitt 1 dieses Capitels beschrieben wurde.

Digitized by Google

IV. Die Diabase, Diabaslaven und Tuffe im Einschnitt westlich vom Tunnel bei Hartenrod.

Im Folgenden wenden wir uns der Besprechung der Diabase aus dem nächsten Einschnitt zu, indem wir den im Tunnel selbst anstehenden mitteldevonischen Diabas einstweilen übergehen, um ihn später zusammen mit einem anderen, weniger bedeutenden Vorkommniss von der Bahnstrecke zu beschreiben.

Die Diabase im Einschnitt westlich vom Tunnel treten, wie wir bei den Lagerungsverhältnissen erwähnten, in Gestalt von meist nur wenige Meter mächtigen Lagern auf, die durch dünne Schieferschichten voneinander getrennt werden. Das beigefügte Profil (vergl. Fig. 1 p. 83) mag davon ein Bild geben. Im Ganzen kann man, abgesehen von der mächtigen Tuffmasse, neun verschiedene Lager unterscheiden, von denen die meisten nur 1—2 m mächtig sind, eines 2½ m, während ein anderes mit 7½—8 m Mächtigkeit das Maximum erreicht. Nur am Ende des Einschnitts finden sich noch einmal zwei gleichgrosse Diabasmassen, die hier durch kleine Steinbrüche aufgeschlossen sind, aus denen während des Bahnbaues ein Theil des erforderlichen Materials gewonnen wurde. Die letzte dieser beiden Diabasmassen ganz am Ende des Einschnitts (auf dem Profil ist sie nicht mehr angegeben, von Lager 1 ist sie nur durch eine wenig mächtige Schieferschicht getrennt) gleicht in der hellgrauen Farbe, in der Art der Verwitterung und im ganzen Auftreten sehr einer dichten Grauwacke. Erst die nachträgliche mikroskopische Untersuchung lehrte, dass hier ein Diabas vorlag, der sich von den übrigen vom Tunnel-West nur durch die ziemlich starke Verwitterung unterscheidet, welcher er auch die hellgraue Farbe verdankt. Die zwischengelagerten Schiefer von schwarzgrauer bis kohlschwarzer Farbe sind feingeschichtet und von wechselnder Mächtigkeit, die aber 5 m nicht überschreitet. Meist sind sie ganz regelmässig gelagert, und nur nach dem Tunnel zu, wo die kleineren Diabaslager auftreten, beobachtet man Faltungen und sogar kleine Überschiebungen.

Das verschiedenartige Diabasmaterial, welches sich hier vorfindet, ordnet sich in drei Gruppen ein, wovon die erste die Mehrzahl der Lager einbegreift und die weniger glas-

Digitized by Google

reichen, porphyrischen Diabase ohne deutliche Fluidalstructur umfasst. Die zweite Gruppe vereinigt diejenigen Diabase, welche ausgesprochenen Lavacharakter tragen und die sich besonders auf dem mit 4 bezeichneten Lager finden; auch den Diabas von 7 kann man hierher rechnen. Die dritte Gruppe wird vertreten durch die mächtige Ablagerung von Diabastuff; sie ist, wenigstens dem Materiale nach, eng verknüpft mit der vorhergehenden Abtheilung, den Diabaslaven, welche sich ihrerseits an die porphyrischen Diabase anschliessen.

1. Die porphyrischen Diabase westlich vom Tunnel.

Die Diabase der einzelnen Lager sind ziemlich gleichartig ausgebildet: es sind graue dichte Gesteine, welche porphyrisch eingesprengte Feldspathe und Augite hier und da erkennen lassen. Mandelsteinbildung ist bei ihnen nicht sehr ausgeprägt und auf die randlichen Partien beschränkt. Das ganz frische Gestein ist von schwarzer Farbe, findet sich aber nur in den mächtigeren Lagern stellenweise gut erhalten. Eine bestimmte Absonderung zeigt der Diabas nicht, und nur wenige unregelmässige Risse durchziehen die sonst vollständig compacte Masse.

Die Structur des Gesteines kann man nach Rosenbusch als hypokrystallin-porphyrisch bezeichnen. Abb. 1 auf Taf. IX giebt ein Structurbild des frischen Diabases vom Tunnel. Die porphyrisch eingesprengten Gemengtheile treten im Handstück schon gut hervor: Der Feldspath in bis zu 1 cm grossen isometrischen oder nach M dicktafeligen Krystallen, der Augit in kleineren pechschwarzen Körnern. Mehr leistenförmige Feldspathe von geringerer Grösse finden sich überall, auch schon mit blossem Auge sichtbar, so dass man keine strenge Scheidung zwischen zwei Generationen von Feldspathen durchführen kann, indem die kleinsten Leisten der Grundmasse durch Übergänge mit den grössten Einsprenglingen verbunden sind.

Ein Schliff aus einem frischen, fast schwarzen Diabas aus dem mittleren, 8 m mächtigen Lager (3 im Profil), zeigt u. d. M. folgende Verhältnisse:

Als Gemengtheile treten auf Plagioklas, Augit, Titaneisen, Chlorit und Calcit, daneben Glasmasse und rhombische Formen, welche auf ehemals vorhandenen Olivin hindeuten.

Digitized by Google

Der Plagioklas hat auf Spaltblättchen nach der Basis eine Auslöschungsschiefe von je 6,8° gegen die Zwillingsgrenze, wonach er also in die Reihe des Labradors zu stellen wäre. Die porphyrisch eingestreuten, sehr frischen Krystalle zeigen oft complicirte Zwillingsbildung, indem mehrere nach dem Albit- und Periklingesetz verzwillingte Individuen miteinander verwachsen (vergl. Taf. X Fig. 1). Daneben kommen auch die merkwürdigen Durchkreuzungen von Feldspathleisten vor, die schon in den Diabasen von Hartenrod beschrieben wurden und für die sich in einem der Schliffe von der Westseite des Tunnels ein besonders schönes Beispiel findet (vergl. Taf. IX Fig. 2). Die meisten der grösseren, porphyrisch eingesprengten Feldspathe haben Einschlüsse von entglaster Basis, in welchen manchmal feine Kryställchen oder Wachsthumsformen

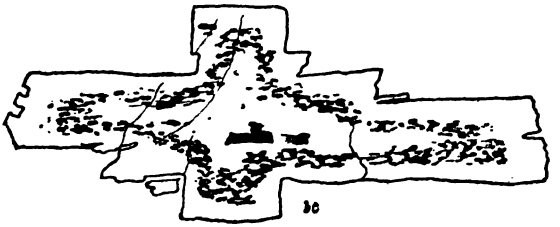


Fig. 8. Feldspath mit zonar angeordneten Schlackeneinschlüssen. Diabas vom Tunnel-West bei Hartenrod.

von Titaneisen ausgeschieden sind. In Längsschnitten sind diese Einschlüsse oft parallel der Spaltbarkeit nach M (010) eingelagert in kurzen, rundlichen Butzen, z. Th. füllen sie auch in unregelmässigen kleinen Partien das ganze Innere des Krystalls aus (vergl. Taf. X Fig. 2), oder sie bilden parallel dem äusseren Rande einen breiten Saum und ahmen so die Form des Feldspathes nach (vergl. Fig. 8). Die Hauptmasse des Feldspathes ist in Form von kleinen Leisten ausgeschieden, von denen die grösseren 1—2 mm lang sind. Im gewöhnlichen Lichte sehr klar durchsichtig, verrathen sie bei gekreuzten Nicols trotzdem die beginnende Zersetzung, indem sich kleine, stark polarisirende Fetzchen in der Feldspathmasse vertheilt zeigen, die wahrscheinlich einem hellen Glimmer zuzurechnen sind. Auch diese kleineren Feldspathleisten führen oft Einschlüsse von Grundmasse und

Digitized by Google

zierlichen Wachsthumsformen von Titaneisen (vergl. Fig. 9). Die Zwillingsbildung ist sehr mannigfaltig und schön zu erkennen. Das Albitgesetz ist am häufigsten, auch Combination mit dem Periklingesetz ist verbreitet. Die Leisten sind meist unregelmässig begrenzt, indem einzelne Lamellen über die anderen hinaus fortsetzen oder wie seitlich an den Krystall angehängt erscheinen. Die kleinsten Leistchen in der Grundmasse lassen wegen ihrer fast mikrolithischen Dimensionen eine Zwillingsbildung meist nicht mehr erkennen.

Fig. 9. Zierliche Wachsthumsformen von Titaneisen als Einschlüsse in einem Feldspath. Diabas vom Tunnel-West bei Hartenrod.

Der Augit trägt z. Th. mit bei zu der porphyrischen Ausbildung des Gesteins. Krystalle bis zu 2 mm Grösse finden sich nicht selten, die häufigsten messen dagegen kaum mehr als 0,3 mm. Obwohl der Augit scheinbar in seiner Ausbildung nicht sehr gehemmt war, ist er doch allotriomorph entwickelt; nur unter den kleinsten Krystallen treten wirkliche Augitformen auf, während die grösseren unregelmässig begrenzt und oft nach der Prismenaxe gestreckt erscheinen. Die Farbe des ziemlich massenhaft vorhandenen Augits ist röthlich violett, dabei zeigt er stets schwachen Dichroismus zwischen einem mehr violetten und einem mehr röthlichen Tone. Auch Zonarstructur lässt sich bei allen Krystallen, die kleinsten vielleicht ausgenommen, beobachten, da der Rand intensiver gefärbt ist als der Kern und beide bei gekreuzten Nicols auch nacheinander auslöschen. Bei der Verwitterung geht der Augit in Chlorit über, wobei etwa vorhandene Krystallformen oft erhalten bleiben.

Das Titaneisen bildet entweder unregelmässige Körner, die bei der Verwitterung braun durchsichtig werden und Titanit liefern, oder lange dünne Leisten von verschiedener Grösse, die z. Th. parallel angeordnet sind und dann in den meisten Fällen senkrecht liegen zur Längsrichtung von Feldspathleisten. Auch in der Grundmasse findet sich das Titaneisen in kurzen Stäbchen, auch gitterförmigen Wachsthumsformen und in kleinen Körnchen.

Digitized by Google

Die Grundmasse besteht oder bestand wohl zum grössten Theil aus Glas, welches aber fast ganz zersetzt ist und in dem trüben Gewirr der übrigen Gemengtheile der Mesostasis sich nicht deutlich nachweisen lässt. Die meiste der vorhandenen chloritischen Substanz dürfte daraus hervorgegangen sein, da der Augit noch sehr frisch ist und nur einen kleinen Theil derselben geliefert haben kann. Auch die kleinen Erzkörnchen und Wachsthumsformen von Titaneisen, die sehr häufig in der Gesteinsbasis als Entglasungsproducte auftreten, deuten auf eine solche hin. Neben Chlorit und Erz liegt in den Zwischenräumen zwischen Feldspath und Augit Calcit in ziemlicher Menge als Verwitterungsproduct. Er füllt auch mit Chlorit die manchmal auftretenden rhombischen Formen aus, die ich für ehemaligen Olivin halten möchte, der aber hier weit seltener vorhanden gewesen sein muss, als in dem Gestein östlich des Tunnels, so dass er für die Charakterisirung des Diabases vom Tunnel-West nur von untergeordneter Bedeutung ist.

Der Apatit fehlt meist vollständig, nur in einem Falle, nämlich in dem Diabas vom Ende des Einschnitts nach Eisemroth zu (auf dem Profil mit 1 bezeichnet), kommt er sogar in grösserer Menge in Gestalt von kleinen, schmalen Nädelchen vor, welche die übrigen Gemengtheile durchspiessen.

Eine Analyse des frischen Diabases von der Westseite des Tunnels lieferte folgende Resultate (Spalte I giebt die Zahlen unter Einrechnung des $CaCO_3$-Gehaltes, Spalte II ohne diesen auf 100 berechnet):

	I.	II.
SiO_2	42,48	45,32
TiO_2	1,74	1,86
Al_2O_3	16,52	17,63
Fe_2O_3	3,94	4,20
FeO	8,19	8,74
CaO	11,46	8,06
MgO	5,61	5,99
K_2O	1,19	1,27
Na_2O	2,43	2,59
H_2O unter 110°	1,07	1.14
H_2O über 110°	2,80	2,99
CO_2	3,30	—
P_2O_5	0,21	0,22
	100,93	100,01
Spec. Gew.	2,84	

Digitized by Google

Die Hauptmasse des Diabases ist trotz ihres frischen und festen Aussehens schon ziemlich stark verwittert und der oben beschriebene schwarze Typus ist im Allgemeinen auf die Mitte des mächtigeren Lagers (8 im Profil) beschränkt. Der Grad der Verwitterung ist schon aus der Färbung des Gesteins zu ersehen, indem es immer lichter wird und zuletzt eine hellgraue Färbung annimmt. Gleichzeitig bekommt das Gestein ein feingekörneltes Aussehen, welches durch die Zersetzung des Titaneisens bedingt wird, das sich mit einer weisslichen Rinde überzieht, wie man im Dünnschliff im reflectirten Lichte beobachten kann. Die längeren Leisten des Titaneisens sind meist schon verschwunden, während die Körner mehr Widerstand zu leisten vermögen. Die Feldspathe werden durch die Verwitterung getrübt und zwar in der ganzen Masse gleichmässig, wodurch die Zwillingslamellirung rasch verschwindet und nur noch an den grösseren Individuen zu sehen ist. Der Augit geht in Chlorit über; die allmähliche Umwandlung ist an der Hand der verschieden frischen Schliffe gut zu verfolgen. In den meisten Gesteinen findet er sich überhaupt nicht mehr, obwohl er einst sicher vorhanden war, und zwar in ziemlich grosser Menge. Der Chlorit, welcher daraus hervorgegangen ist, zeichnet sich, abgesehen davon, dass er oft noch die Augitform bewahrt hat, vor allem dadurch aus, dass er stets kleine Erzkörnchen eingeschlossen enthält, die offenbar aus dem Augit entstanden sind (vergl. Fig. 10). Er unterscheidet sich dadurch von dem übrigen Chlorit, der aus Grundmasse hervorgegangen ist und meist auch grössere radialstrahlige Aggregate bildet, wobei er nicht selten verschieden gefärbte concentrische Ringe aufweist, wie es bei den Diabasen östlich vom Tunnel beschrieben wurde.

Fig. 10. Augit, nur noch in der Form erhalten und diese ausgefüllt mit Chlorit und Erzkörnchen. Diabas vom Tunnel-West bei Hartenrod.

Dem Diabas aus dem Einschnitt westlich vom Tunnel vollständig ähnlich ist das am Südostfusse des Reitzberges

Digitized by Google

an der Bahnstrecke anstehende Gestein. Es besitzt dunkelgraue Farbe und ist ausgezeichnet durch seine Frische und durch eine grössere Zahl porphyrischer Einsprenglinge von Feldspath und Augit, die schon im Handstück dem Gestein ein porphyrisches Aussehen geben. Was über die mikroskopische Beschaffenheit des Diabases vom Tunnel-West gesagt wurde, kann man hier durchweg anwenden, und nur in wenigen unbedeutenden Punkten lässt sich ein Unterschied feststellen. Der Apatit ist hier reichlicher vorhanden, die feinen Nadeln desselben sind in jedem Schliff zu beobachten. Der Unterschied zwischen der ziemlich glasreichen Grundmasse und den Einsprenglingen ist zuweilen ein etwas schärferer, wie in dem Gestein vom Tunnel-West, d. h. es finden sich wenig Übergänge zwischen den kleinen Gemengtheilen der Mesostasis und den grossen porphyrischen Krystallen. Die Glasmasse scheint theilweise noch erhalten zu sein und geht in dunkelgrünen Chlorit über.

Die frischen Typen der besprochenen Gesteine sind petropraphisch von gewissen Melaphyren nicht zu unterscheiden (vergl. Taf. IX Fig. 1), der Unterschied liegt hier einzig in dem geologischen Alter.

2. Diabaslaven.

Von den eigentlichen Diabasen, wie sie eben beschrieben wurden, führen Übergänge hinüber zu echten Diabaslaven, wenn man darunter solche Gesteine verstehen will, die sowohl äusserlich wie in ihrer mikroskopischen Beschaffenheit die Kennzeichen eines geflossenen und dabei erstarrten Magmas an sich tragen. Das im Profil mit 4 bezeichnete kleine Diabaslager stellt eine solche Lavamasse dar. An Ort und Stelle lassen sich die Flusserscheinungen aufs deutlichste erkennen: Schieferstückchen und Blöcke bis zu $\frac{1}{2}$ m gross und von derselben schwarzen Farbe, wie das Nebengestein, liegen so zahlreich vertheilt in der Lava, dass die Masse derselben gegenüber der der Einschlüsse stellenweise ganz zurücktritt. Das Eruptivgestein scheint dann zwischen ihnen durchgeflossen und eingezwängt, was besonders kenntlich gemacht wird durch die zahlreichen kleinen Mandelräume, die die weissgraue Lavamasse enthält und die in der Flussrichtung gestreckt

Digitized by Google

und plattgedrückt erscheinen und oft nur durch ganz dünne Wände voneinander getrennt sind, so dass das ganze Gestein sich als eine feinschaumige, poröse Masse darstellt. Die geringe Ausdehnung des Lagers und das massenhafte Auftreten von Schiefereinschlüssen legen es nahe, den am Einschnitt anstehenden Theil desselben aufzufassen als den Rand eines Stromes, sei es die Stirn oder einen Seitentheil. Der Schiefer wäre dann von den Eruptivmassen bei ihrer Fortbewegung umschlossen und mit fortgetragen worden und würde sich naturgemäss in den zuerst ergossenen Theilen, die den Rand des Stromes bilden, in besonders zahlreichen Stücken finden. Darauf deutet auch der Umstand hin, dass die eigentliche, mit Flusserscheinungen ausgestattete Lava allmählich nach oben zu (im Profil) übergeht in einen compacten, etwas mandelförmigen Diabas, der von Schiefereinschlüssen fast ganz frei ist.

Im Mikroskop ist die Lavanatur des in Frage kommenden Gesteins vor allem zu erkennen an der ausgezeichneten Fluidalstructur, an dem Vorkommen von ganz gebogenen und zerknickten Feldspathen (vergl. Taf. XI Fig. 1) und an der sehr glasigen Beschaffenheit. Die Menge des ausgeschiedenen Feldspathes ist eine sehr wechselnde, da an einer Stelle eines Schliffes das Glas, besonders in der Nähe von Schieferstücken, so überhand nimmt, dass nur ganz spärliche Ausscheidungen vorhanden sind, während an einer anderen die Lavamasse infolge der vielen Entglasungsproducte nur schwer durchsichtig wird. Im Allgemeinen ist der Feldspath zunächst in grösseren Leisten vorhanden bis zu $1\frac{1}{2}$ mm Länge, die z. Th. auch tafelförmig und bis 3 mm gross ausgebildet sein können und dann in der Regel Schlackeneinschlüsse tragen. Die Verwitterung hat sie schon etwas getrübt, doch ist die Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz noch gut zu erkennen. Äusserlich sind die Leisten oft etwas corrodirt und haben unregelmässige Begrenzung, besonders auch an den Enden, wo einzelne Lamellen über andere hinaus fortsetzen und so eine gabelförmige Ausbildung hervorbringen. Fluidale Anordnung der Feldspathleisten ist an manchen Stellen sehr stark ausgeprägt, Zerknickungen und Biegungen der Leisten sind oft zu beobachten (vergl. Taf. XI Fig. 1), am schönsten

Digitized by Google

in sehr glasreichen Partien des Gesteins. Neben den grösseren porphyrisch eingesprengten Feldspathen kommen auch kleinere und kleinste, mikrolithische vor, wie es natürlich ist bei einer in der Krystallisation befindlichen, plötzlich abgekühlten Lava. Den bei den eigentlichen Diabasen von diesem Einschnitt erwähnten Durchkreuzungen von Feldspathleisten begegnet man auch hier.

Die Masse zwischen den an Menge zurücktretenden Feldspathleisten besteht hauptsächlich aus Glas; Ausdehnung und Ausbildung desselben sind selbst in einem und demselben Schliff an verschiedenen Stellen ganz verschieden. Glasmasse in solcher Frische und in solch grossen Partien (wenigstens mikroskopisch genommen) dürfte bei Diabasen wohl selten zu finden sein, zumal sie bisher meist nur von glasig ausgebildeten Salbändern beschrieben wurde, die der Verwitterung natürlich viel leichter ausgesetzt sind. Sie bietet ein vorzügliches Object, um die Entglasung einer Diabaslava genauer zu verfolgen.

Die Glasmasse zeigt in unverändertem Zustande eine ganz lichte, grünliche bis gelbliche Farbe. An den glasreichsten Partien bildet sie grosse Flächen, die in einzelne Felder zerfallen, welche bis zu $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser haben und die durch unregelmässige Risse voneinander getrennt werden. Diese Risse, die durch Abkühlung und Zusammenziehung des Glases entstanden sein können, sind stets intensiv dunkelbraun, der Kern derselben sogar ganz undurchsichtig, während nach den Rändern zu die Färbung lichter wird und sich allmählich verläuft, wie bei einer schattirten Zeichnung. Bei starker Vergrösserung erkennt man in den helleren Stellen ganz winzige Körnchen, die nicht mehr gut messbar sind und deren Grösse annäherungsweise einige hunderttausendstel Millimeter betragen mag. Ähnliche Risse beschreibt R. Brauns[1] aus einem Diabasglas von Homertshausen, wo ebenfalls „die ganze Masse von einzelnen, mit brauner Substanz ausgefüllten Sprüngen durchsetzt" wird. An dem angeführten Vorkommen sind auch die verschiedenen Arten der Entglasung von Brauns näher studirt worden und es hat sich dabei gezeigt,

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1889. p. 513.

Digitized by Google

dass sich dieser Vorgang in mannigfacher Weise abspielen kann. Demgegenüber ist zu bemerken, dass bei der Diabaslava vom Tunnel die Entglasung stets in einer Richtung verläuft, und zwar in einer Weise, die Brauns als pigmentärkrystallitische bezeichnet und beschrieben hat (l. c. p. 515 ff.). Seine Ausführungen passen zum grossen Theil auf unser Gestein, Abweichungen davon sind wohl aus den verschiedenen Umständen, unter denen sich die Krystallisation vollzog, wie aus dem verschiedenen Erhaltungszustande zu erklären. Abgesehen von den braunen, allmählich verlaufenden Rändern, die die einzelnen Partien des Glases umgeben oder auch an Sprüngen in sie hineinreichen, ist die Glasmasse vollständig klar, zeigt auch keine Spur von Doppelbrechung. Vereinzelt finden sich darin grosse, eirunde Stellen, die sich im gewöhnlichen Lichte kaum von der Umgebung abheben und nur dadurch auffallen, dass an ihrem Rande grössere Erzkörnchen liegen, wie sie sonst in der Glasmasse nicht vorkommen: bei gekreuzten Nicols erweisen sich diese Formen ausgefüllt mit radialstrahliger chloritischer Substanz, die hier an einem Punkte offenbar durch Verwitterung gebildet ist und von da aus weiter um sich greift, wobei in einer homogenen Masse die Grenzlinie stets eine einfache Curve sein muss. Das Stadium der pigmentären Ausscheidungen von braunen staubförmigen Körnchen wird in das der pigmentär-krystallitischen Entglasung hinübergeleitet, sobald auch nur die geringste Ausscheidung eines Gemengtheiles sich bemerkbar macht. Der zuerst sich ausscheidende Gemengtheil ist stets der Feldspath. Die feinsten, kaum sichtbaren mikrolithischen Leistchen desselben geben stets Veranlassung zu einer Concentration von unzähligen Pigmenttheilchen, die so zahlreich werden und sich so dicht um jene herum ansetzen, dass der Feldspath in dem fast undurchsichtigen Kern der Masse oft ganz verschwindet und nur im polarisirten Lichte an dem schwachen Aufleuchten zu erkennen ist. Gleichzeitig bekommt die Glasmasse auch stellenweise die Tendenz zur Abscheidung von Pigment, ohne dass ein Ansatzpunkt dafür vorhanden wäre: feinvertheilte, zuweilen schon etwas grössere Körnchen (einzelne wurden zu 0,0003—0,0008 mm bestimmt) liegen über das Glas ausgestreut, auch dort, wo noch keine eigentlich krystallinischen

Digitized by Google

Theilchen ausgebildet sind; doch kann es sich hier auch um Durchschnitte durch den äusseren Rand eines Pigmenthofes handeln. Mit der Grösse und Menge der Feldspathleisten nimmt auch die der Pigmentkörnchen zu, die sich immer deutlicher zu Erztheilchen ausbilden, so dass schliesslich in der Glasmasse nur noch einzelne durchsichtige Stellen übrig bleiben, während der übrige Raum erfüllt ist von Erzausscheidungen in kleinen Körnern oder länglichen Stäbchen, zuweilen auch zierlichen Wachsthumsformen, die besonders an den Feldspathleisten ansetzen und ebenso wie die Erzkörnchen einen vollständigen Rand um sie herum bilden. Daneben findet sich auch schon Titaneisen in grösseren Stückchen.

Ausser Feldspath und Erzausscheidungen sind keine primären Gemengtheile mehr vorhanden. Dagegen finden sich in vielen Schliffen vereinzelt sowohl deutliche Formen von Olivin wie von Augit, selbst in den glasigen Partien des Gesteins. Die Augitformen sind, ebenso wie in dem eigentlichen Diabas vom Tunnel, ausgefüllt mit Chlorit, in welchem kleine Erzkörnchen vertheilt liegen (vergl. Fig. 10); daran sind sie stets leicht wiederzuerkennen. Die Formen des Olivins enthalten Kalkspath, daneben auch etwas Chlorit, manchmal auch ein Aggregat von unregelmässigen Körnern, die ich für Quarz halte, die aber zu klein sind, um sie in convergentem Licht etwa auf Einachsigkeit untersuchen zu können; sie werden auch beim Schalstein vom Tunnel noch erwähnt werden.

In den zahlreichen Mandelräumen, welche nur geringe Grösse haben (1 mm und weniger), findet sich Kalkspath umschlossen von Chlorit oder umgekehrt. Der Rand gegen das Gestein wird dann gewöhnlich gebildet durch einen grünen Saum, der keine Doppelbrechung im polarisirten Lichte verräth, sei es, dass er sich isotrop verhält und den Rest einer glasigen Überkleidung der Hohlräume darstellt, oder, was weniger wahrscheinlicher ist, dass er aus übereinander gelagertem radialfaserigen Chlorit besteht, der infolge Compensation bei gekreuzten Nicols dunkel bleibt.

Übergänge verbinden diese Diabaslaven in Rücksicht auf die petrographische Beschaffenheit mit den zuerst beschriebenen porphyrischen Diabasen, wenn die Menge der Feld-

Digitized by Google

spathe und Augitformen zunimmt, dabei die Erzausscheidungen sich mehr zusammenballen und kleine, regelmässige Kryställchen bilden, die in sehr grosser Menge in Form von viereckigen Durchschnitten in manchen Schliffen vertheilt sind.

Eine solche Mittelstellung nimmt auch das Gestein von dem im Profil etwas weiter nach rechts liegenden Lager (7) ein, welches schon ziemlich zersetzt ist. Es bildet eine etwa 1½ m mächtige Bank, die ausserordentlich dicht mit Mandelräumen angefüllt ist von ziemlicher Grösse, nämlich bis zu 5 mm, welche ausgefüllt sind mit Kalkspath oder Chlorit; gewöhnlich sind sie parallel zur Schichtfläche etwas plattgedrückt.

Im Dünnschliff zeigt das Gestein einen hohen Gehalt an Feldspathleisten von verschiedener Grösse und unregelmässig ausgefranster Leistenform. Von den Erzausscheidungen sind deutlich nur die grösseren Körner erhalten, während die in der Grundmasse liegenden kleinen staubförmigen Ausscheidungen zum grössten Theil verschwunden sind und der Zwischenklemmungsmasse durch ihre Verwitterungsproducte eine braune Färbung gegeben haben. Die Glasmasse ist fast vollständig entglast, Chlorit findet sich darin als Zersetzungsproduct. Augitformen sind auch hier verbreitet, ebenso eine fluidale Anordnung der Feldspathe.

Die Mandelräume tragen den schon oben erwähnten einfach brechenden grünen Saum, der aber vom Gestein selbst stellenweise noch einmal durch eine Schicht eines anderen Minerals getrennt ist, welches klar durchsichtig wird und starke Polarisation und wellige Auslöschung zeigt.

Betrachtet man einen Schliff der besprochenen glasigen Laven im reflectirten Lichte, so erkennt man die ganze Structur des Gesteines aufs deutlichste, indem alle pigmentären und anderen Erzausscheidungen weisslich erscheinen, die Feldspathleisten also von einem hellen Rahmen umgeben sind, während sie selbst nebst den glasigen Partien dunkel bleiben.

Derartige glasige Diabaslaven sind auch schon an anderen Orten beobachtet worden. A. Pelikan[1] erwähnt sie aus der

[1] A. Pelikan, Die Schalsteine des Fichtelgebirges, aus dem Harz etc. Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. 1899. p. 754—55.

Digitized by Google

Gegend zwischen Trogen und Feilitsch im Fichtelgebirge und giebt auch eine mikroskopische Abbildung, die mit manchen Stellen in meinen Schliffen zu vergleichen ist, besonders aber auch mit glasigen Partien, wie sie in dem Schalstein vorkommen, der im folgenden Abschnitt behandelt werden soll.

3. Diabasbomben und Tuffe.

Die Ausbruchsstelle, welche die Diabase und Diabaslaven vom Tunnel geliefert hat, hat auch jedenfalls die Tuffmassen ausgeworfen, die am Ende des Einschnittes in einer etwa 47 m mächtigen Ablagerung anstehen. Dass überhaupt alle an dem Einschnitt auftretenden Diabase einem Eruptionsherde entstammen, scheint mir daraus hervorzugehen, dass sowohl in den Diabaslaven wie in den Schalsteinen und den darin liegenden Bomben sich stets Stückchen finden von gleicher mikroskopischer Beschaffenheit. Das Material der Laven betheiligt sich in eben dieser Ausbildung auch an der Zusammensetzung der Schalsteine, und in diesen trifft man ebenso vollständig glasige Theilchen wie dort, welche auch in derselben Weise pigmentär-krystallitisch entglast sind. Man könnte sogar über die Entfernung der Ausbruchsstelle Vermuthungen aufstellen und wenigstens sagen, dass sie nicht in allzugrosser Nähe gewesen zu sein scheint, da einmal viele der Lager im Einschnitt auskeilen, ausserdem das Material des Schalsteins sehr fein ist und besonders die darin liegenden Bomben grössere Dimensionen nicht erreichen. Dass es sich hier um wirkliche Diabasbomben handelt, steht für denjenigen, der die Ablagerung einmal an Ort und Stelle gesehen hat, ausser allem Zweifel, und es dürfte wohl auch selten so eclatant wie hier zu Tage treten. Die Bomben haben meist eine längste Ausdehnung von etwa 10 cm, kleinere von 5 cm Länge sind auch sehr häufig, doch kommen auch grössere von 20 und 30 cm vor. Die Gestalt ist die sehr charakteristisch längliche, birn- oder eiförmige (vergl. Taf. XII Fig. 2), an den Enden sind sie oft etwas gebogen oder ausgezogen, manchmal auch nach einer Seite plattgedrückt (Fladenbomben), wie man das an den vulcanischen Bomben aus der Eifel ja sehr gut sehen kann. Die Oberfläche ist rauh und zeigt in den obersten Theilen Neigung, sich schalig abzulösen. Die im feinsten Tuff-

Digitized by Google

material steckenden Bomben sind mit diesem zuweilen fest verbunden und schwer daraus herauszulösen. Die Auswürflinge liegen in ungezählter Menge dicht beieinander (vergl. Taf. XII Fig. 1) in dem eigentlichen Tuff, und ihre Menge überwiegt oft so, dass die zwischengeklemmte vulcanische Asche sehr zurücktritt. Meist sind sie recht gut erhalten, was bei ihrem Alter zu verwundern ist; ihre Form haben sie sogar fast ausnahmslos bewahrt, nur zerbrechen sie beim Loslösen aus dem Gestein häufig nach einer oder mehreren glatten Flächen. Da das ganze Material verhältnissmässig lose gegeneinander liegt, bot es natürlich auch der Verwitterung leichter Zutritt, und die frische graue Farbe der Masse, die nur noch an einzelnen Stellen vorhanden ist, ist in eine schmutzigbraune umgewandelt. Unregelmässige Klüfte durchziehen das ganze Gestein, welches stellenweise auch Andeutung von Schichtung in dickere Bänke zeigt. Die einzelnen Bomben liegen stets mit ihrer breiten Seite parallel zur Schichtfläche (vergl. Taf. XII Fig. 1).

Die Bomben sind stets blasig schlackig ausgebildet. Am äussersten Rand nehmen die Blasenräume meist mikroskopisch kleine Dimensionen an, im Innern werden sie etwas grösser, bis zu einem Millimeter und darüber, auch finden sich hier zuweilen grössere Hohlräume, die mit Kalkspath ausgefüllt sind. Die Masse ist in den Bomben noch gut erhalten und zeigt graue Farbe; wegen der dichten Beschaffenheit sind Gemengtheile darin nicht mit dem blossen Auge zu erkennen.

Auch im Dünnschliff tritt der Unterschied zwischen dem Rande und dem Innern etwas hervor, da hier die Feldspathe massenhafter vorhanden sind. Sie finden sich in porphyrisch eingesprengten grösseren Leisten selbst in den randlichen Partien, wo sie dann auch fast die einzigen Ausscheidungen bilden, abgesehen von dem Erz, während nach innen zu die Menge der kleinen Leisten und Mikrolithen mehr zunimmt. Die grösseren lassen im polarisirten Lichte die Zwillingsstreifung noch erkennen, die Verwitterung hat aber schon ziemlich stark angesetzt. Die kleinen und kleinsten Feldspathe bilden mit den massenhaften Ausscheidungen von Erz einen dichten Filz, der selbst in dünnen Schliffen zuweilen fast undurchsichtig ist, besonders an den Rändern der

Digitized by Google

Bomben, und in dem die Glasmasse dann scheinbar sehr zurücktritt. Die Abscheidung des Erzes ist in Form von kleinen Körnchen oder Stäbchen erfolgt, die sich auch gitterförmig durchkreuzen und kleine Wachsthumsformen bilden. Die Glasmasse besitzt grünliche bis weissliche Farbe. Augitformen mit Chlorit und Erzkörnern ausgefüllt und stark corrodirte Olivinformen finden sich auch hier. Die letzteren sind meist mit Quarz in unregelmässigen, ganz klar durchsichtigen Körnern erfüllt.

Die Blasenräume enthalten meist Kalkspath und Chlorit. Der Kalkspath bildet stets einheitliche Körner von unregelmässigem Umriss, die wie corrodirt erscheinen und in denen raupenförmige Aggregate von Chlorit liegen mit quergestellten, parallelen Fasern. Ein Saum von Chlorit trennt auch wieder den Kalkspath von der Masse des Gesteins, wozu sich zuweilen auch wieder der dunklergrüne isotrope Rand gesellt, den ich schon bei den Diabaslaven erwähnt habe.

Die Masse, in welche die Bomben eingebettet liegen, stellt einen echten Schalstein oder Diabastuff dar. Er ist hier theils mehr verfestigt und besteht aus einzelnen grösseren Stückchen, durch Kalkspath verkitteten Lapilli, oder er bildet eine Anhäufung von ganz losem vulcanischen Aschenmaterial, das nachträglich stellenweise etwas härter geworden und zusammengebacken ist. In frischem Zustande zeigt es graue Farbe, ist aber meist durch Verwitterung schmutzigbraun gefärbt, da naturgemäss die Atmosphärilien hier sehr leichten Zutritt gehabt haben.

Im Dünnschliff stellen diese Schalsteine die reinste Musterkarte dar von allen möglichen Ausbildungen eines diabasischen Magmas, unter denen nur diejenigen fehlen, die allein bei langsamer Erstarrung sich bilden können, die körnigen Diabase. Sonst findet man im Dünnschliff dicht nebeneinander fast nur aus Glasmasse bestehende Stückchen, wie sie bei der Diabaslava gefunden wurden (vergl. Taf. XI Fig. 2), daneben Theilchen mit demselben filzigen Gemenge von Feldspathleisten und Erztheilchen, wie das die Bomben zusammensetzende Material zeigt. Alle Stufen der Entglasung sind in den verschiedenen Theilen oft eines und desselben Schliffes zu beobachten. Die ungleichartig ausgebildeten Theilchen liegen ohne Verbindung

Digitized by Google

nebeneinander, wie es ihre Entstehung auch natürlich macht. Die äussere Begrenzung ist ganz unregelmässig, indem längere Ausläufer in die Umgebung (den Kalkspath) hineinragen, so dass das ganze Stückchen den Anschein erweckt, als sei es von einem grösseren, blasigen Stück losgebrochen, wobei die dünnen Wände der äusseren Blasenräume die zipfelförmigen Ausläufer darstellen. Manche der Lapilli haben auch grössere Dimensionen und füllen dann auch einen ganzen Schliff aus, der dann für sich nicht als Schalstein, sondern als Diabaslava oder als ein Stück aus einer Bombe aufzufassen wäre. Die Wände der Blasenräume sind oft sehr in die Länge gezogen und ausserordentlich dünn, bis zu 0,02 mm herab. Auch Stückchen mit Flusserscheinungen kommen öfters vor, die sich besonders in der Beschaffenheit der Blasenräume zu erkennen geben: sie sind so ausgezogen, dass sie ganz platt erscheinen und dass die sie trennenden Wände an Masse gegenüber den Blasen ganz zurücktreten.

Eine nähere mikroskopische Beschreibung braucht von den einzelnen Stückchen nicht gegeben zu werden; man müsste gerade das wiederholen, was bei den Diabaslaven und Bomben an verschiedenen Stellen bereits gesagt wurde. Das Glas ist vollkommen frisch und einfach brechend und gleicht mit den darin ausgeschiedenen rhombischen Feldspathtafeln (vergl. Taf. XI Fig. 2) völlig einem basaltischen (doleritischen) Glas, z. B. dem vom Schiffenberg bei Giessen. Die Erzausscheidungen sind auch hier oft sehr zierlich ausgebildet und setzen häufig an den Enden der Feldspathleisten an. Olivinformen kommen hier in besonders scharfer Ausbildung vor, Corrosionserscheinungen sind manchmal an ihnen zu bemerken, indem die glasige Grundmasse in das Innere eindringt oder auch Einschlüsse in ihnen bildet (vergl. Fig. 11).

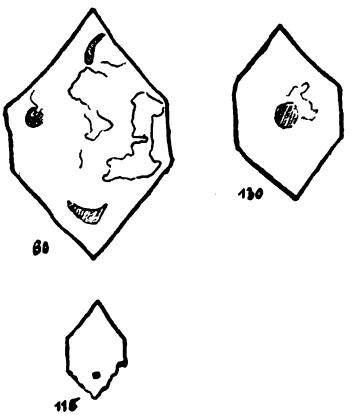


Fig. 11. Olivinformen, ausgefüllt mit Quarz, Calcit und etwas Chlorit, haben Einschlüsse von theilweise entglaster Basis. Schalstein vom Tunnel-West bei Hartenrod.

Digitized by Google

Die Formen werden jetzt hauptsächlich ausgefüllt von einem Haufwerk von schwach polarisirenden kleinen Körnern, die schon oben erwähnt und für Quarz gehalten wurden, um so mehr als man diesen schon öfter in Olivinformen neben Kalkspath und Chlorit beobachtet hat[1]. Die Quarzkörner treten auch sonst im Schalstein ziemlich massenhaft auf, besonders um den Kalkspath herum. Dieser ist meist über grosse Flächen hin gleichmässig beschaffen, hier und da auch radialstrahlig und dann gewöhnlich auch concentrisch schalig.

Mit dem bombenführenden Schalstein ist die Reihe der Gesteine vom Tunnel abgeschlossen. Wir haben hier die ganze Scala der Producte erkannt, die eine vulcanische Eruption liefern kann, Gesteins- und Lavamassen, vulcanische Auswürflinge und feine Aschentuffe, alle in einer so deutlichen Ausbildung und von solcher Frische, dass sie einen Vergleich mit tertiären Gesteinen, besonders mit den Basalten, wohl aushalten können. Besonders die glasig entwickelten Partien der Diabaslaven, der Bomben und des Schalsteins sind weder nach ihrem Erhaltungszustand, noch nach der Art ihrer Entglasung von manchen basaltischen Gläsern zu unterscheiden. Der dunkle Diabas gleicht u. d. M. in seiner Frische einem Dolerit oder Melaphyr. Das äussere Vorkommen schliesslich, besonders das Auftreten von Bomben mit charakteristischen Formen, lässt selbst eine Analogie herstellen mit den posttertiären Schlacken der Eifel, z. B. den vulcanischen Bomben, wie sie vom Weinberg bei Nickenich bekannt sind.

V. Mitteldevonische Glimmerdiabase.

Zwei Diabasvorkommen der Bahnstrecke von Hartenrod bis Übernthal nehmen, wenn man ihren Mineralbestand und ihre genetischen Verhältnisse mit denen der übrigen hier behandelten Gesteine vergleicht, eine Sonderstellung ein. Der erste dieser beiden Diabase findet sich im Tunnel selbst, ganz nahe dem westlichen Ausgang desselben, der andere ist am Ostfusse des Reitzberges etwas unterhalb der Station Obern-

[1] Vergl. A. Pelikan, l. c. II. p. 16. — Rich. Herz, Gesteine der ecuatorianischen Westcordillere. Diss. p. 27.

Digitized by Google

dorf an einem Abhange aufgeschlossen. Dem Aussehen nach sind beide Gesteine sehr verschieden.

1. Der Glimmerdiabas aus dem Tunnel.

Das Gestein aus dem Tunnel ist vollkommen dicht und trägt in einer schwarzgrünen Grundmasse zahlreiche graue Flecken, so dass es nicht leicht als Diabas zu erkennen ist und ebenso gut für einen fleckig verwitterten dunklen Schiefer gehalten werden könnte. Im Handstück sieht es nicht unähnlich dem Variolit von Jalguba: die grauen Flecken sind nur kleiner und nicht scharf begrenzt, sondern gehen in die Grundmasse über.

U. d. M. erweist sich das Gestein als ein glimmerreicher Diabas, der seine fleckige Beschaffenheit nicht einer eigenartigen Gruppirung der Gemengtheile, sondern der Verwitterung verdankt. Infolge der starken Zersetzung, die der Diabas schon erlitten hat, ist die Structur ziemlich verwischt; sie scheint diabasisch-körnig gewesen zu sein. Als Gemengtheile bemerkt man Feldspath, Glimmer, Quarz, Titaneisen, Chlorit und Serpentin, Kalkspath, etwas Pyrit und wenige Formen von Olivin.

Der Feldspath bildet ganz kleine, trübe und undeutliche Leisten, die infolge der starken Verwitterung meist ganz zerfasert erscheinen. Der dunkle Biotit ist in winzigen Schüppchen überall im Schliff vertheilt. Quarz ist in grösserer Menge vorhanden und kommt entweder in einzelnen kleinen Körnern vor, oder mehrere Körner füllen regelmässige Formen aus, die vielleicht einmal von Feldspath eingenommen wurden. Der Augit ist vollständig verschwunden und ersetzt durch Chlorit, in welchem zahlreiche kleine Körnchen von Magnetit eingestreut liegen. Das Titaneisen in Form kleiner Krystalle ist noch gut erhalten. Die wenigen rhombischen Formen von Olivin enthalten Chlorit oder Quarz, oder auch beide zusammen. Einzelne Stellen des Schliffes werden vollständig von Chlorit und Serpentin durchtränkt, während andere fast frei davon sind, wenn man absieht von dem Chlorit, der die Augitformen ausfüllt. Die stark serpentinisirten Partien des Gesteins sind es, welche im Handstück die dunkle Grundmasse bilden, während den hellen Flecken die frischeren grauen Stellen entsprechen.

Digitized by Google

2. Der Glimmerdiabas vom Ostfusse des Reitzberges.

Das Gestein vom Ostfusse des Reitzberges ist ein ziemlich grobkörniger Diabas, in dem man mit dem blossen Auge schon einen reichlichen Gehalt an Biotit erkennen kann. Es ist auch schon ziemlich verwittert und neigt zu kugeliger Absonderung. Das Innere der Kugeln ist gewöhnlich noch am frischesten und ausserordentlich hart. Die Farbe des Gesteines ist grau, zuweilen auch ganz hellgrau, wenn die weissen Feldspathleisten stärker hervortreten. Die Structur wechselt an einzelnen Stellen etwas, und die Unterschiede werden durch die Verwitterung noch verstärkt; u. d. M. erweist sie sich im allgemeinen als hypidiomorph-körnig. Feldspath, Augit, Glimmer, Titaneisen und Apatit sind die primären Gemengtheile.

Der Feldspath ist in langen breiten Leisten entwickelt, deren Verlauf oft schwer zu verfolgen ist, da infolge der starken Verwitterung die nebeneinanderliegenden Individuen sich selbst im polarisirten Lichte wenig voneinander abheben. Die Ränder der Feldspathleisten sind meist noch besser erhalten als der Kern. Die Zwillingslamellirung nach dem Albitgesetz ist sehr fein, strichartig ausgebildet, aber nur noch ausnahmsweise gut zu sehen. Trübe glimmerähnliche Verwitterungsproducte überdecken einzelne Leisten fasst vollständig, daneben hat sich Chlorit auf Spalten und unregelmässigen Rissen angesiedelt. Sehr häufig ist auch eine Umwandlung des Plagioklases in ein fast vollkommen isotropes Mineral, welches ganze Pseudomorphosen nach Feldspath bildet, noch öfter sich aber in den Zwischenräumen zwischen den Feldspathleisten abgesetzt hat und in einem Schliff so massenhaft vorhanden ist, dass es fast gegenüber dem Feldspath überwiegt. Es ist Analcim, dessen Entstehung aus Feldspath in Diabasen des hessischen Hinterlandes schon von R. Brauns eingehend beschrieben (dies. Jahrb. 1892. II. 14; hier auch weitere Literaturangaben) und der neuerdings auch von L. Dörmer in mitteldevonischen Glimmerdiabasen aus der Gegend von Haiger gefunden wurde (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 612). Das Mineral ist in unserem Falle entweder klar durchsichtig oder mit vielen kleinen Einschlüssen erfüllt und von wenigen unregelmässigen Rissen durchzogen, so dass es

Digitized by Google

im gewöhnlichen Licht einem einschlussreichen Quarz ähnlich sieht. Bei gekreuzten Nicols zeigt der Analcim auch hier schwache anormale Doppelbrechung.

Der Augit tritt zwar an Masse zurück, bildet aber grosse Krystalle mit idiomorpher Begrenzung und von schwach röthlicher Farbe. Durch Verwitterung geht er direct in Chlorit über.

Glimmer ist in ziemlicher Menge vorhanden, obwohl ein Theil schon zu Chlorit verwittert zu sein scheint. Die meist grossen, stark dichroitischen Blättchen des Biotits setzen sich besonders gern an dem Titaneisen an, finden sich aber auch sonst in der Masse zwischen den Feldspathleisten.

Die grossen lappigen oder zerhackt aussehenden Partien des Titaneisens zeigen vielfach die lamellenweise vor sich gehende Verwitterung zu Titanit, wie es in den Diabasen von Hartenrod so schön zu beobachten war. Pyrit in kleinen Körnern findet sich auch in diesem Gestein.

Der letzte primäre Gemengtheil, der Apatit, ist in ziemlicher Menge und in dicken, scharf begrenzten Säulen vorhanden, welche öfter auch das Titaneisen durchbohren. Chlorit von gewöhnlicher Ausbildung und Kalkspath sind häufige Verwitterungsproducte. Ein anderes, in hellen durchsichtigen Blättchen auftretendes, stark doppelbrechendes Mineral, das mit anderen secundären Bildungen im Chlorit liegt, konnte nicht näher bestimmt werden; es dürfte wohl Glimmer sein.

Es erübrigt noch Einiges zu sagen über die Lagerungsverhältnisse der beiden soeben besprochenen Diabase. Ob es sich um ein Intrusivlager handelt oder um einen Deckenerguss, kann man bei dem Diabas aus dem Tunnel, der kaum zugänglich ist, nur aus der mikroskopischen Beschaffenheit folgern, weshalb diese Frage erst hier angeschnitten wird. Die körnige Structur des Gesteins, das vollständige Fehlen einer krystallinischen oder glasigen Grundmasse sprechen für die Auffassung, dass dieser Diabas in der Tiefe erstarrt sei; weitere Anhaltspunkte lassen sich aber nicht gewinnen. Das Gestein vom Ostfusse des Reitzberges ist besser aufgeschlossen: die Schiefer im Hangenden sind durch die Contactwirkung äusserlich umgewandelt, was schon allein genügt, um die Intrusivnatur dieses Diabases zu erweisen. Aber auch die ganze structurelle Ausbildung des Gesteins deutet darauf hin.

Digitized by Google

VI. Deckdiabase aus dem kleinen Einschnitt bei Übernthal.

In dem kleinen Einschnitt bei Übernthal, der an den Viaduct über die Strasse nach Offenbach grenzt, stehen drei durch Schiefer voneinander getrennte Massen von Deckdiabas von geringer Mächtigkeit an. Der erste davon, dicht an dem Viaduct, ist vollständig zersetzt, hat ein ganz flaseriges Aussehen und zeigt u. d. M. von primären Gemengtheilen überhaupt nichts mehr, abgesehen von kleinen noch erhaltenen Stückchen von Augit.

Die zweite und mittlere Diabasmasse besitzt die grösste Mächtigkeit. Das Gestein ist noch verhältnissmässig frisch, ebenso wie das letzte des Einschnitts, das etwas hinter der Bahnlinie an einem dort emporführenden Weg ansteht. Äusserlich erscheinen die beiden ziemlich verschieden, mikroskopisch sind sie einander ähnlich.

Der erste der beiden Diabase ist etwa 13 m mächtig. Nur in der Mitte bildet er eine compacte Masse, während die randlichen Partien reich sind an Einschlüssen von Schiefern und Kalk. Das compacte Gestein hat graue bis graugrüne Farbe, ist aber vielfach durchzogen von röthlich gefärbten Bändern und kleinen Kalkadern. Mandelbildung ist meist nur an den Rändern vorhanden. Dort, wo der Diabas Sedimente eingeschlossen enthält, wird er durch diese in einzelne grosse Blöcke zerlegt, welche von der Verwitterung stärker angegriffen sind als der compacte Diabas und daher äusserlich auch oft ein verschiedenartiges Aussehen zeigen. Häufig sind sie sehr reich an Mandelräumen, deren Grösse in den einzelnen Fällen sehr wechselt, ebenso wie die Farbe der verschiedenen Blöcke, die durch Verwitterung braungrün oder röthlich werden kann. Stücke des umgebenden Schiefers sind förmlich mit den Diabasblöcken verwachsen, ebenso die Kalkknollen, die manchmal die Zwischenräume erfüllen.

Im Dünnschliff erweist sich das Gestein als ein diabasisch-körniges Gemenge von Feldspath, Titaneisen und Chlorit, daneben Calcit und Brauneisenerz als Verwitterungsproducten. Der Feldspath bildet regellos durcheinander liegende, nach dem Albitgesetz verzwillingte Leisten, welche durch Verwitterung, die besonders auf den Längsspalten vor

Digitized by Google

sich geht, schon etwas getrübt und mit Chlorit durchtränkt sind. Der Augit tritt an Menge sehr zurück und findet sich nur in kleinen, meist 0,05 mm grossen Körnern von röthlicher Farbe, die aber häufig nur noch aus Verwitterungsproducten bestehen. Den weitaus grössten Theil der Zwischenklemmungsmasse bildet ein schwach grüner Chlorit ohne Dichroismus. Man kann mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass er zum grossen Theil aus Glasmasse hervorgegangen ist. Das Glas ist nicht mehr vorhanden, da es sehr leicht der Verwitterung anheimfällt. Nur in einem Schliff finden sich noch Spuren davon, nämlich eine grüne, vollkommen isotrope Substanz, die stets umgeben ist von einem rothbraunen Rand von Brauneisenerz, welcher gleichsam die Grenze bezeichnet, bis zu der die Zersetzung bereits vorgedrungen ist. Secundäre Ausscheidungen von Brauneisenerz sind in dem Gestein verbreitet und verleihen ihm die stellenweise röthliche Färbung. Das Titaneisen hat die Form von kleinen viereckigen Körnern und geht äusserlich in Titanit über, der auch in den Chlorit eingewandert ist.

Dort, wo der Diabas Einschlüsse von Schiefer und Kalk führt, hat er, abgesehen von dem weniger guten Erhaltungszustande, im Allgemeinen dieselbe mikroskopische Beschaffenheit. Viele Schliffe verrathen indessen, dass das Gestein hier etwas schneller erstarrt ist. Der Augit ist noch nirgends zur Ausbildung gekommen, die Glasmasse ist z. Th. noch erhalten und war wohl in grösserer Menge vorhanden als in dem compacten Gestein aus der Mitte. Neben den grösseren Feldspathleistchen, wie sie dort vorkommen, finden sich auch ganz kleine. In einem Schliff, in dem die Erzkörnchen zum grössten Theil verschwunden sind, entdeckt man zahlreiche kleine, dunkelbraune, schwer durchsichtige Kryställchen von hoher Lichtbrechung, wahrscheinlich Rutil. Die Nädelchen desselben erreichen manchmal eine Länge von 0,07 mm, haben zuweilen pyramidale Endbegrenzung und bilden auch knieförmige Zwillinge nach (101).

Etwas feinkörniger wird das Gestein fast immer um die Mandelräume herum, die von einem schmalen Rande umgeben sind, der zum grössten Theil aus Glas bestanden haben mag und in dem sich kleine Feldspathmikrolithen, zierliche Wachs-

Digitized by Google

thumsformen von Erz, welche an ihnen ansetzen, und in einem Falle auch längliche Schüppchen von braunem Glimmer finden. Kalk ist sowohl im ganzen Gestein wie in dieser Umrandung in grosser Menge vorhanden und füllt die Mandelräume fast allein aus. Sie enthalten aber auch Chlorit und hier und da kleine Quarzkörnchen; in einem Schliffe fand sich in einem grossen Mandelraume ein einheitlicher, etwa 2 mm grosser Krystall von Quarz.

Die von dem Diabas eingeklemmten und eingeschlossenen Sedimente bestehen zum geringeren Theil aus Kalk, zum grösseren aus Schiefer. Der Kalk bietet u. d. M. keine besonderen Verhältnisse dar, nur direct im Contact mit dem Diabas ist das feine Gemenge von Kalkspathkörnern ganz grobkrystallinisch geworden, eine Erscheinung, die mit Deutlichkeit die umkrystallisirende Wirkung des Magmas auf den Kalk erkennen lässt. Der eingeklemmte Schiefer hat braune oder grünliche bis röthliche Farbe und nimmt manchmal ein schalsteinähnliches Aussehen an. Im Dünnschliff erweist er sich entweder als reines Sediment oder als ein feines Gemenge von Sediment- und Eruptivmaterial, wobei bald der eine, bald der andere Bestandtheil überwiegt. Quarz und heller Glimmer bilden die Hauptcomponenten, kleine glasige Diabasbröckchen und Chlorit gesellen sich dazu. Grössere Feldspathe kommen auch für sich allein darin vor und zeichnen sich dann durch ihre Frische vor dem sonst stark verwitterten Material aus; an einem derselben waren bei einer Breite von 0,17 mm etwa 70 sehr scharfe Zwillingslamellen zu zählen.

Der letzte Diabas von dem kleinen Einschnitt bei Übernthal zeigt im Handstück graugrüne frische Farbe, ist sehr dicht und ohne Mandelräume und schliesst unregelmässig vertheilte, lange schwarze Säulchen ein, welche dem Gestein ein gesprenkeltes Aussehen verleihen und die man anfangs für Augit halten könnte, der in Chlorit umgewandelt wäre. Im Dünnschliff ist Augit nicht mehr zu entdecken, auch findet sich kein Anhaltspunkt dafür, dass er einst vorhanden gewesen ist. Das Gestein weicht im Aussehen u. d. M. nicht sehr von dem übrigen Deckdiabas von Übernthal ab. Der Feldspath ist noch verhältnissmässig klar durchsichtig, zeigt aber nur selten Zwillingslamellirung. Erz in grösseren und

Digitized by Google

kleineren Körnern ist sehr reichlich vorhanden; Chlorit bildet die Zwischenklemmungsmasse und zeigt das gewöhnliche Aussehen. Von ihm unterscheidet sich schon im gewöhnlichen Lichte ein ebenfalls chloritähnliches Mineral, welches im Handstück die erwähnten dunklen Säulchen bildet. Es findet sich immer nur in grösseren Partien oder wenigstens nicht fein vertheilt, hat blaugrüne Farbe und entweder eine sehr gleichmässige glatte Oberfläche, verräth dann keinen Dichroismus, oder ist etwas gefasert oder von längs verlaufenden Rissen durchzogen und ist dann ziemlich stark dichroitisch: blaugrün, wenn die Spaltrichtung parallel dem ausserordentlichen Strahl verläuft, senkrecht dazu ganz lichtgrün. Diese letzteren Schnitte senkrecht oder schief zur Spaltbarkeit polarisiren in zum grossen Theil sehr schönen blauen Tönen, wie sie beim Melilith zu beobachten sind, während solche parallel zur Spaltbarkeit vollständig dunkel bleiben.

VII. Schalstein aus dem grossen Einschnitt bei Übernthal.

Der grosse, etwa 120 m lange Einschnitt bei Übernthal durchsetzt in der Hauptsache zwei Schalsteinmassen, die durch eine Schicht unterdevonischer Schiefer von einander getrennt sind.

Der Schalstein am südlichen Ende des Einschnitts ist als solcher leicht zu erkennen an seiner grünlichen Farbe und seiner flaserigen Beschaffenheit. U. d. M. zeigt es sich, dass er einen sehr glasreichen reinen Tuff darstellt, der in frischem Zustande wohl Ähnlichkeit gehabt haben mag mit den glasigen Schalsteinen von der Westseite des Tunnels bei Hartenrod. Jetzt ist er sehr verwittert und die Glasmasse fast vollständig umgewandelt. Einzelne Stellen sind vollkommen undurchsichtig infolge der massenhaften Ausscheidungen von kleinen Gemengtheilen, die nicht näher zu bestimmen sind, die aber nach Analogie mit den Tuffen vom Tunnel wohl dem Feldspath und Erz angehören mögen und jetzt stark zersetzt sind. In dieser Grundmasse bemerkt man häufig grosse trübe Einsprenglinge von Feldspath mit einfachem Umriss. Das ganze Gestein ist angefüllt mit kleinen, kaum einen Millimeter grossen Mandelräumen, die im Dünn-

Digitized by Google

schliff gewöhnlich einen breiteren Raum einnehmen als die zwischenliegende Diabasmasse, welche oft nur schmale Wände zwischen benachbarten Mandeln bildet. Diese sind ausgefüllt mit Kalkspath und etwas Chlorit und meist umgeben von einem glasigen Rande. Eine Vermischung mit Sedimentmaterial ist nirgends zu erkennen.

Ein ganz anderes Gepräge trägt die zweite Schalsteinmasse. Das Gestein ist hier theils ganz feinkörnig und gleicht einer frischen dichten Grauwacke, zum grösseren Theil aber ganz grobkörnig und bietet dann ein merkwürdiges, selten zu beobachtendes Aussehen. Bis zu $\frac{1}{4}$ m grosse Brocken von Kalk und scherbenartige, unregelmässige Stücke von schwarzem Schiefer bilden die Hauptbestandtheile eines breccienartigen Gemenges, dessen Zwischenräume ausgefüllt werden von kleineren Stückchen von Schiefer und Kalk, und von Diabasmasse, die geradezu das Cäment zu bilden scheint. In der feinerkörnigen Zwischenklemmungsmasse herrscht gewöhnlich das Diabasmaterial vor.

U. d. M. erkennt man, dass es durchweg glasig beschaffen ist, wobei die einzelnen unregelmässigen Körner wie in einem Tuff verschiedene Beschaffenheit zeigen, da sie sich vielleicht in einem verschiedenen Stadium der Entglasung befinden. Glasreiche Stückchen mit zahlreichen, oft nach einer Richtung plattgedrückten Mandelräumen und fluidal angeordneten kleinen Feldspathen sind häufig. Daneben bemerkt man solche mit zahlreichen filzigen Ausscheidungen von Feldspath und Erz oder auch grössere einheitliche Bröckchen, die äusserlich den dichten grauen Diabasen ähnlich sehen, wie sie am Tunnel vorkommen. Die beigemengten Schieferstücke sind entweder ganz dicht und lassen neben kleinen Quarzkörnchen nur langgestreckte Glimmerblättchen hervortreten, oder sie enthalten zahlreiche grosse Quarzkörner.

Das Gestein macht, wenigstens was die grobkörnigen Partien anlangt, den Eindruck einer Eruptivbreccie; die unregelmässige Form der Schiefer und Kalkbrocken und die Verschiedenartigkeit der nebeneinanderliegenden Diabastheilchen weisen auf eine derartige Entstehung hin. Unerklärt bleibt in diesem Falle nur das gleichzeitige Vorkommen von ganz dichtem Schalstein, der äusserlich einem Sediment sehr ähn-

Digitized by Google

lich sieht und in dem das Eruptivmaterial in wechselnder Menge vorhanden ist, meist aber ziemlich zurücktritt. Man kann hier nicht umhin anzunehmen, dass das Wasser bei der Ablagerung dieses Materials eine Rolle gespielt habe. Eine innige Vermengung von Diabas und Sedimentmaterial findet sich bei vielen Schalsteinen und ist besonders von Pelikan aus Mähren und Schlesien beschrieben worden[1]. Er sucht sie in der Weise zu erklären, dass er annimmt, der Ausbruch, welcher das Eruptivmaterial lieferte, habe submarin stattgefunden, so dass beim Niederfallen der ausgeworfenen Lapilli und Aschen sofort eine Vermengung mit den Sedimenten erfolgte. Er bemerkt zusammenfassend: „Die Thatsache, dass die als Schalsteine bezeichneten Felsarten verhältnissmässig selten reine Tuffe sind, sondern vielmehr meist mit fremdem Material — Kalk- oder Thonschiefersediment — verbunden erscheinen, ist ein Beweis dafür, dass die Ausbrüche des Diabasmagmas in Mähren und Schlesien während der Devonzeit submarin stattgefunden haben." Auch in unserem Falle hat diese Annahme etwas für sich und lässt sowohl die Entstehung der groben Eruptivbreccie wie die Bildung des dichten Schalsteins erklären. Jene hat sich zur Zeit einer starken eruptiven Thätigkeit gebildet, während dieser sich aus feinem vulcanischem Aschentuff und aus Sedimentmaterial allmählich abgesetzt hat.

Zusammenfassung.

Die Diabasgesteine der Bahnstrecke von Hartenrod bis Übernthal lassen sich nach ihren Lagerungsverhältnissen und ihrem Alter in folgender Weise übersichtlich ordnen (die Ziffern in den Klammern bezeichnen die Abschnitte im petrographischen Theil der Arbeit), s. gegenüberstehende Tabelle.

Jede der vier Gruppen ist durch zwei Vorkommen vertreten. Was zunächst die Eintheilung in intrusive und effusive Diabase anlangt, so wäre auf die Unterschiede aufmerksam zu machen, die sich zwischen diesen beiden Gruppen bei den untersuchten Gesteinen ergeben haben.

---

[1] A. Pelikan, Die mährisch-schlesische Schalsteinformation. Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. 1898.

Digitized by Google

	Intrusive Diabase.	Effusive Diabase.
Mitteldevon.	Glimmerdiabase: 1. Aus dem Tunnel (V, 1) und 2. vom Ostfusse des Reitz-Berges (V, 2)	Porphyrische, glasreiche Diabase: 1. Vom Tunnel-West (IV) und 2. vom Südostfusse des Reitz-Berges (IV)
Oberdevon.	1. Grobkörniger Quarzdiabas aus dem ersten Einschnitt (I), 2. körniger Diabas aus dem zweiten Einschnitt bei Hartenrod (II).	Deckdiabase: 1. Vom Tunnel-Ost, theilweise pikritähnlich (III) und 2. vom kleinen Einschnitt bei Übernthal (VI).

Die intrusiven Diabase der Bahnstrecke sind fein- bis grobkörnig ausgebildet, die Structur ergiebt sich u. d. M. als hypidiomorph-körnig. Die mitteldevonischen Glieder sind charakterisirt durch einen Gehalt an primärem Glimmer, und diese Eigenschaft theilen sie mit fast sämmtlichen mitteldevonischen intrusiven Diabasen, die neuerdings von L. Dörmer aus der Gegend von Haiger beschrieben worden sind (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XV. p. 643). Die oberdevonischen Vertreter dieser Reihe lassen nirgends auch nur eine Spur von primärem Glimmer erkennen.

Die Ergussdiabase der Bahnstrecke sind verhältnissmässig dichte bis aphanitische Gesteine, die Structur ist entweder porphyrisch, die Zahl der grösseren Einsprenglinge aber beschränkt, oder diabasisch-körnig. In allen Fällen lassen sich Spuren einer ehemaligen Glasbasis nachweisen, meist in dem Gestein selbst oder in einer besonders glasreichen Facies desselben. Die Glieder mit porphyrischer Structur sind in unserem Falle mitteldevonischen Alters, die divergent-strahligen, grösstentheils aphanitischen Gesteine gehören zu den oberdevonischen sogenannten Deckdiabasen. Ein Theil der letzteren von mir untersuchten Gesteine ist ausgezeichnet durch eine dunkle Farbe und Gehalt an Olivin, durch den dieser Diabas bei gleichzeitigem Zurücktreten des Feldspathes in ein pikritähnliches Gestein übergeht.

Die Ergebnisse bestätigen also theilweise die Erfahrungen, die Dörmer bei den von ihm untersuchten Gesteinen gemacht

Digitized by Google

hat, nämlich dass die Diabase aus den tieferen Niveaus des nassauischen Mitteldevons glimmerhaltig sind, während die der oberen Stufen bei porphyrischer Ausbildung gewöhnlich frei davon gefunden werden.

Den Diabasen reihen sich die Tuffe und Diabasbomben vom Tunnel an, die durch Übergänge, nämlich lavaartige Massen, mit den porphyrischen Diabasen verbunden sind, und Schalsteine, von denen sich der aus dem grossen Einschnitt bei Übernthal durch seine breccienartige Vermischung mit Kalk und Schiefer auszeichnet und als Eruptivbreccie aufgefasst werden muss.

Was die übrigen geologischen und petrographischen Verhältnisse unserer Diabase anlangt, so seien zusammenfassend einige Punkte erwähnt. Eigenartig ist das Auftreten von Diabasgängen im grobkörnigen Diabas von Hartenrod; sie durchziehen in dünnen Adern die Hauptmasse des Gesteins und sind ihrer chemischen Natur nach etwas basischer als der eigentliche Diabas.

Auffällig ist, dass unter den Verwitterungsproducten sämmtlicher Gesteine der Bahnstrecke der Epidot nirgends zu entdecken ist. Der Apatit fehlt vollständig in den Deckdiabasen und tritt in den porphyrischen mitteldevonischen Diabasen sehr zurück. Das stimmt zu der Beobachtung Dathe's, dass der Apatit in dichten Diabasen selten oder gar nicht vorkommt.

Das fleckige Aussehen einzelner der untersuchten Diabase liess sich stets auf Verwitterung zurückführen, durch welche einzelne Gesteinspartien stark mit chloritischer oder Serpentin-Substanz durchtränkt und in Contrast gestellt werden zu den helleren und frischeren Stellen des Gesteins.

Zum Schluss sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Brauns, der die Veranlassung zu dieser Arbeit gab und der mich in jeder Hinsicht dabei unterstützte, meinen aufrichtigen Dank abzustatten.

Digitized by Google

Erläuterungen zu den Tafeln.

Tafel V.

Fig. 1. Mikropegmatitische Verwachsung von Quarz und Feldspath im grobkörnigen Diabas vom ersten Einschnitt bei Hartenrod: Die Aggregate umschliessen eine Feldspathleiste und sind ihrerseits umgeben von einem Kranze von Quarzkörnern, die mit dem Quarz der Granophyraggregate optisch gleich orientirt sind. Nic. +. Vergr. 90fach. p. 95 f.

„ 2. Augit randlich zu Uralit verwittert; dieser geht in Chlorit über, der in schwach polarisirenden Büscheln in der Umgebung zu erkennen ist. Diabas vom ersten Einschnitt bei Hartenrod. Nic. +. Vergr. 60fach. p. 94.

Tafel VI.

Fig. 1. Titaneisen, lamellenweise verwittert; die noch frischen „Balken" durchkreuzen sich unter 60°. Grobkörniger Diabas vom ersten Einschnitt bei Hartenrod. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 98.

„ 2. Schliff durch die Randzone eines Ganges von Diabas in Diabas vom ersten Einschnitt bei Hartenrod. 3fache Vergr. p. 111.

„ 3. Schliff durch einen ganz dünnen Diabasgang in 3facher Vergrösserung. Erster Einschnitt bei Hartenrod. p. 112.

Tafel VII.

Handstück von Diabas mit einem Gang darin; die etwas dunkleren Ränder des dichten Gangmaterials treten deutlich hervor. Erster Einschnitt bei Hartenrod. $\frac{2}{3}$ natürlicher Grösse. p. 109.

Tafel VIII.

Fig. 1. Wachsthumsformen von Feldspath aus dem schwarzen Deckdiabas vom Tunnel-Ost bei Hartenrod. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 125.

„ 2. Wachsthumsformen von Augit um einen Kalkspatheinschluss herum im schwarzen Deckdiabas vom Tunnel-Ost bei Hartenrod; am Rande gegen den Calcit zierliche Wachsthumsformen von Feldspath. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 123.

Tafel IX.

Fig. 1. Structurbild des frischen Diabases vom Tunnel-West: Der klar durchsichtige Feldspath, die unregelmässigen Augitkörner in der Zwischenklemmungsmasse und das körnig oder leistenförmig ausgebildete Titaneisen sind deutlich zu erkennen; rechts unten eine undeutliche Olivinform. Gew. Licht. Vergr. 30fach. p. 134.

„ 2. Drilling von Feldspathleisten, die ihrerseits nach dem Albitgesetz verzwillingt sind, aus einem frischen Diabas vom Tunnel-West bei Hartenrod. Nic. +. Vergr. 90fach. p. 92 u. 135.

Digitized by Google

Tafel X.

Fig. 1. Porphyrischer Feldspatheinsprengling mit complicirtem Zwillingsbau aus dem frischen Diabas vom Ostfusse des Reitzberges bei Eisemroth. Nic. +. Vergr. 30fach. p. 135.

„ 2. Feldspath mit central angehäuften Schlackeneinschlüssen. Diabas vom Tunnel-West bei Hartenrod. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 135.

Tafel XI.

Fig. 1. Diabaslava mit gebogenen und geknickten Feldspathen. Die beiden grösseren hellen Partien werden von Chlorit und etwas Kalkspath ausgefüllt; die übrigen durchsichtigen Stellen entsprechen fast nur dem Feldspath; die dunkle Masse dazwischen besteht aus Glas, das infolge starker Entglasung fast undurchsichtig ist. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 140.

„ 2. Glasiges Lapilli aus dem Schalstein vom Tunnel-West bei Hartenrod; die pigmentär-krystallitische Entglasung ist gut zu sehen, auch die Ausscheidung von Feldspathen, darunter einer mit rhombischem Umriss. Die helle Umgebung wird von Kalkspath ausgefüllt. Gew. Licht. Vergr. 60fach. p. 147 f.

Tafel XII.

Fig. 1. Diabastuff mit Bomben darin. Tunnel-West bei Hartenrod. p. 146.

„ 2. Bombe aus dem Diabastuff vom Tunnel-West. $\frac{1}{2}$ natürl. Grösse. p. 145.

Digitized by Google

Die Vola-Arten des aegyptischen und syrischen Neogens.

Bemerkungen zu Depéret's und Roman's „Monographie des Pectinidés Neogènes de l'Europe et des régions voisines. I. Genre: *Pecten*."

Von

Dr. **M. Blanckenhorn** in Pankow-Berlin.

(Mit Taf. XIII u. XIV.)

Vor Kurzem erschien zur Freude der Tertiärgeologen das 1. Heft einer grossangelegten Monographie der neogenen Pectiniden Europas und der benachbarten Gegenden von dem hervorragenden Palaeontologen und Geologen Prof. Ch. Depéret und seinem Assistenten F. Roman. Da den *Pecten*-Arten, wie die Verf. in der Einleitung mit Recht hervorheben, in marinen Neogenschichten ungefähr die gleiche Rolle als Leitfossilien zufällt, wie den Cephalopoden in der Secundärformation, so hat natürlich jede erneute gründliche Behandlung und Revision derselben nicht bloss in palaeontologischer, sondern auch in stratigraphisch-geologischer Beziehung einen hohen Werth und wird bei allen weiteren Studien über marines Neogen zu Rathe gezogen werden müssen.

Das vorliegende 1. Heft behandelt zunächst die Arten der Gattung *Pecten* im engsten Sinne, die den *Pecten jacobaeus* zum Typus haben, d. h. die Volen oder Janiren. Die Verf. haben sich in nachahmenswerther Weise nach Möglichkeit bemüht, vor allem die Originale aller bisherigen Arten oder wenigstens Exemplare der typischen Localitäten zu erlangen, dieselben selbst nachzuprüfen und dann mit anderen Vor-

Digitized by Google

kommnissen zu vergleichen. So haben die Resultate ihrer Studien über den Charakter, die Umgrenzung und die horizontale und verticale Verbreitung der Arten einen hohen Grad von Zuverlässigkeit gewonnen.

Nur für die Arten des südöstlichen Mediterrangebietes gilt das bedauerlicherweise nicht in dem gleichen Maasse, für das Neogen Aegyptens, des Suesgolfs und Syriens. Weder ist hier die in den letzten Jahren vorangegangene einschlägige Literatur in wünschenswerther Weise benützt worden, noch ist das den Verf. von dort zur Verfügung gestellte Material ausreichend gewesen zur richtigen Charakterisirung aller hier vorkommenden Arten. So hat es nicht ausbleiben können, dass einerseits das Bild der Verbreitung der einzelnen Volen in jener Gegend unvollständig erscheint, andererseits drei der für Egypten wichtigsten Pectiniden: *Pecten Fraasi* Fuchs (= *Kochi* Loc.), *P. (Flabellipecten) Zizyniae* Blanck. (= *pseudo-Beudanti* Dep. et Rom. ex parte) und *P. benedictus* Lam. (= *erythraeensis* Sow.), nicht ganz richtig gedeutet, endlich drei andere *Vola*-Arten (*P. Schweinfurthi* Blanck., *concavus* Blanck. und *Vasseli* Fuchs) überhaupt übersehen wurden. Es hätten diese Fehler leicht vermieden werden können, wenn Depéret meine ihm im Jahre 1900 und 1901 von mir eigens zu dem Zwecke zeitig genug zugeschickten Veröffentlichungen, in welchen alle Pectiniden des aegyptischen Neogen erschöpfend behandelt werden, beachtet hätte.

Abgesehen von meinen weiter zurückliegenden Studien über das Miocän[1] und Pliocän[2] in Syrien, die Depéret ebenfalls nicht zu kennen scheint, habe ich mich seit dem Jahre 1897, in welche mich als aegyptischer Landesgeologe zunächst im Nilthal geologische Aufnahmen vornahm, mit den Neogenbildungen Aegyptens befasst. Im August 1900 veröffentlichte ich im Centralbl. f. Min. etc. meine erste vorläufige Mittheilung über „Das Neogen in Aegypten und seine Pectiniden-Fauna", der im folgenden Jahre in der Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. zwei längere Abhandlungen über das Miocän

[1] Das marine Miocän in Syrien. Denkschr. d. k. Akad. Wissensch. Wien. 1890.

[2] Das marine Pliocän in Syrien. Habilitationsschrift. Sitzungsber. d. physik.-med. Societät Erlangen. 1891.

Digitized by Google

und Pliocän in Aegypten, erstere mit genauer Beschreibung und theilweiser Abbildung von 12 *Pecten*-Arten, folgten. Herr Prof. DEPÉRET war der erste, an den ich Separata einsandte, da ich wusste, dass er ähnlichen Studien oblag. Seine zusammen mit FOURTAU abgefasste und ich glaube 2—4 Wochen nach Erscheinen meines „Neogens in Aegypten etc." herausgekommene erste kurze Notiz: Sur les terrains néogènes de la Basse-Égypte et de l'isthme de Suez (Compt. rend. d. séances de l'Acad. sc. t. CXXXI p. 401—403) war in meinen letzten Publicationen (Anfang 1901) bereits eingehend gewürdigt und in einigen Punkten widerlegt worden, während DEPÉRET und ROMAN ihrerseits in ihrer neuen Monographie der Pectiniden, worin auch die stratigraphischen Verhältnisse des Neogens gestreift werden, nicht mit einem einzigen Worte auf die abweichende Meinung eingehen oder meine inzwischen bekannt gewordenen Schriften auch nur citiren.

Es ist hier nicht meine Absicht, Prioritätsrechte geltend zu machen, da unsere Ansichten in geologischer Beziehung ja doch in den meisten Punkten verschieden sind und wir ferner bei den *Vola*-Arten zunächst noch nicht in der Namengebung concurriren, vielmehr sowohl seine als meine neuen Arten bestehen bleiben können.

Nur gegen die Auffassung mehrerer von den Verf. aus Aegypten angeführten Arten muss ich Widerspruch erheben, und auch sonst sei es mir gestattet, einige ergänzende Bemerkungen an ihre ausgezeichnete Darstellung der Pectiniden anzuknüpfen. Berechtigt glaube ich mich dazu, nicht nur auf Grund meiner früheren, recht eingehenden Studien gerade über Pectiniden des orientalischen Neogens, sondern besonders, weil das diesbezügliche mir hier in Berlin und früher in Kairo zur Untersuchung zur Verfügung stehende Material auf jeden Fall das von FOURTAU-DEPÉRET-ROMAN bei weitem übertrifft. Dasselbe setzt sich zusammen theils aus meinen Aufsammlungen im Jahre 1888 in Nord- und Mittelsyrien (Orontesthal, Ladikije, Tarabulus), im Jahre 1897—99 in Aegypten (Moghara, Gebel Geneffe, Gebel Fajid, beiden Ufern des Nilthals), theils aus nachträglichen persönlichen Schenkungen von Herrn Dr. DAVID vom Gebel Geneffe, theils aus der an Reichhaltigkeit und Schönheit der ausgesuchten Exemplare geradezu

Digitized by Google

unübertrefflichen Schweinfurth'schen Sammlung im hiesigen Museum für Naturkunde, sowie kleineren hier ebenfalls aufbewahrten Localsuiten aus Aegypten und Syrien (Collection Ehrenberg, Luschan, Schneider). Gern wäre ich selbst bereit gewesen, von meiner Privatsammlung Material zur Nachprüfung leihweise abzugeben, und das Gleiche gilt sicher auch für die Direction der hiesigen palaeontologischen Sammlung bezüglich der Schweinfurth'schen und anderen Collectionen, wenn eine dahinzielende Anfrage hierher ergangen wäre, was aber bis jetzt nicht geschehen ist.

A. Die Miocän-Volen.

Ich werde zunächst die *Vola*-Formen des aegyptisch-syrisch-cilicischen Miocäns besprechen und dabei der musterhaften Anordnung der Gruppen und Arten bei Depéret-Roman folgen.

Pecten cristatocostatus Sacco.

Für *Pecten cristatocostatus* Sacco, bezüglich dessen Auffassung ich vollkommen mit den Verf. übereinstimme, habe ich nur folgende weitere Fundorte anzuführen: Mirsa Tobruk im Lande Barka, Gebel Fajid und Gebel Geneffe in Unteraegypten und Cilicien (letzteres nach Schaffer[1]). Eine constant kleinere Varietät, die ich var. *Newtoni* nannte, findet sich 20 km NNW. vom Gebel Auwebed am Wadi Gjaffara und geradezu massenhaft im Wadi Etthal am Sinai.

Pecten pseudo-Beudanti Dep. et Rom.

Der *Pecten pseudo-Beudanti* Dep. et Rom. (= *Beudanti* Hörnes non Bast.), eine der charakteristischsten Arten der ersten Mediterranstufe oder Horner Schichten des Wiener Beckens, auf dessen Auftreten in Aegypten Depéret und Fourtau augenscheinlich die Zutheilung gewisser Ablagerungen am Gebel Geneffe zum Burdigalien besonders stützen, kommt nach meinen Untersuchungen am Berliner Material in Aegypten nicht vor. Was Depéret-Roman als solchen von Aegypten anführen, dürfte höchstwahrscheinlich theils mit meinem *Pecten Ziziniae* (der Unterklappe), theils mit meinem *P. Schweinfurthi* (der

[1] Beiträge zur Kenntniss des Miocänbeckens von Cilicien. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1900.

Digitized by Google

Oberklappe) zusammenfallen. Da die Verf. leider ihre aegyptischen Formen nicht abbilden und auch nur sehr wenig darüber aussagen (z. B. ob ihnen auch Deckelklappen davon vorgelegen haben), bin ich leider nicht in der Lage, eine bestimmte dahingehende Behauptung aufstellen und ihre Richtigkeit direct beweisen zu können.

Pecten Ziziniae Blanck. (Taf. XIII und XIV Fig. 1—7.)

Pecten Ziziniae Blanck., einer der verbreitetsten, zugleich grössten (ca. 130 mm lang, 120 mm hoch) und dickschaligsten Pectiniden Aegyptens ist meine einzige neue Art, die ich noch nicht abgebildet habe, was ich hiermit nachhole. Newton führt ihn als *P. Beudanti* Bast. auf. Ich selbst hatte ihn ursprünglich ebenso wie Fuchs als *P. solarium* Lam. (= *Tournali* Serres bei Hörnes) aufgefasst, aber von dem Typus als var. *aegyptiaca* geschieden wegen der geringeren Wölbung seiner linken oder Oberklappe, die namentlich im Alter ganz flach wird. Generisch gehört also diese Form eigentlich gar nicht zu *Vola* oder *Pecten* s. str., sondern eher zu den Untergattungen *Oopecten* oder *Flabellipecten*.

Die rechte, ähnlich wie bei *Beudanti* gewölbte Klappe (Taf. XIII Fig. 1—3) trägt 11—15 ungewöhnlich hohe, wohl ausgebildete, relativ schmale Rippen, die in der Wirbelgegend halbkreisförmig gerundet, im unteren Theil aber oben etwas flach und mit zwei gerundeten Kanten versehen sind und nur wenig breiter als die ebenen Zwischenräume erscheinen. Diese scharfe Ausprägung und der fast quadratische Querschnitt der Rippen, die auch nach dem Unterrand zu keineswegs niedriger werden, sondern hier meistens nur wenig breiter als hoch erscheinen, trennen diese Art bereits in gleicher Weise von *P. Beudanti* und *P. pseudo-Beudanti*, denen sie andererseits in der Beschaffenheit der concentrischen Anwachslamellen allerdings näher steht als dem *P. solarium*. Auch Newton und Depéret haben bei ihrem *P. Beudanti* bezw. *pseudo-Beudanti* von Aegypten diese höheren Rippen hervor.

Von den Rippen der rechten Klappe treten 8—12 mittlere in der gleichen Stärke auf. Die randlichen Partien dieses mittleren, starkrippigen Schalentheils, namentlich die links oder hinten gelegene Partie, heben sich in der Schildwölbung

Digitized by Google

etwas heraus und endigen in einem Vorsprung der Schale, besonders im Jugendzustand der Schale, wie Fig. 1 auf Taf. XIII zeigt. Ausserhalb hinter dieser erhöhten Randzone zwischen ihr und dem hintern Ohr ist dagegen das Schild in seiner ganzen Höhe etwas eingesenkt. Hier fällt die Schale hinten steiler ab als vorn (vergl. besonders Fig. 1 und 2). Die je 3—4 seitlich vorn und hinten gelegenen Rippen sind feiner und mehr gebündelt. Bei grösserer Rippenzahl und mit dem Alter verschwindet diese geringe Ungleichseitigkeit der rechten Schale, so in Fig. 3.

Erinnert schon diese unmerkliche Schiefe oder Unsymmetrie der Unterklappe an *P. solarium*, so gilt das noch viel mehr von der zugehörigen Oberklappe, welche sich von der charakteristischen des *P. solarium* eigentlich nur durch viel grössere Flachheit, breitere, höhere Rippen und schmälere Zwischenräume (so breit wie die Rippen) unterscheidet. Am Wirbel ist die Schale stets deutlich eingedrückt, und der diesen Teller begrenzenden kreisförmigen Knickung folgt in mehr oder weniger Entfernung gewöhnlich noch eine zweite schwächere concentrische Knickung oder langsame Aufwölbung, ähnlich wie bei *P. solarium*. Die beiden Seiten des Schildes zeigen einen Wulst mit gebündelten Rippen, der hier speciell rechts, d. h. hinten ganz auffallend ist. Einwärts gegen die Mitte folgen vertiefte Zonen, rechts (hinten) ungewöhnlich tief mit 2 (selten 3), links mit 3 kleinen Rippen, deren mittlere durch ihre Stärke auffällt. Die mittelste Region enthält 4 (vergl. Taf. XIV Fig. 5) oder 5 Rippen. Davon sind im letzteren Falle, d. h. bei 5 Mittelrippen (wie in Fig. 4, 6, 7), wieder die 4 seitlichen ungleich höher und breiter als die mittelste.

So entspricht die am meisten vertiefte Zone der Oberklappe zwischen Mitte und rechtem oder hinterem Randwulst genau der besonders erhöhten Region auf der Unterklappe links, der rechte hohe Randwulst der Oberklappe der steil einfallenden tiefen Zone an der linken (hinteren) Seite der Unterklappe. Geht schon hieraus klar hervor, dass diese beiden beschriebenen Klappen zusammengehören, so wird das auch durch die Funde bestätigt. Sowohl Schweinfurth wie ich haben dieselben mehrfach in der gleichen Schicht zusammen vorgefunden, wenn auch nicht gerade aufeinandersitzend.

Digitized by Google

Eine bemerkenswerthe Erscheinung bei dieser Art ist das Schwanken in der Zahl der Rippen. Ich war erst versucht, die Unterklappen mit erhöhter Rippenzahl (Fig. 3) von den übrigen abzutrennen, fand dann aber genau das gleiche Variiren auch bei den zahlreichen mir vorliegenden, unverkennbar zur gleichen Art gehörigen Deckelklappen wieder, von denen ich eine Auswahl in Abbildung widergebe, die man in dieser Beziehung vergleichen möge. So zeigt Fig. 5 nur 8—9, Fig. 4 schon 10, endlich Fig. 6 13—15 deutliche Rippen, letztere also kaum weniger als die rechte Klappe Fig. 3.

Depéret und Roman sagen von der linken Klappe des aegyptischen *P. pseudo-Beudanti* nichts. Da Depéret-Fourtau in ihrer ersten Notiz auch den *Pecten Tournali* Serres anführen, vermuthe ich beinahe, dass sie diese Art allein nach der Oberklappe, den *P. pseudo-Beudanti* Aegyptens aber nur nach der rechten Klappe bestimmt haben. Zu letztgenannter Art haben sie möglicherweise die linke Klappe meines *P. Schweinfurthi* als zugehörig betrachtet, welche in der That oft, d. h. bei jungen Exemplaren, Ähnlichkeit mit der von *P. Beudanti* oder *P. pseudo-Beudanti* hat und für sich allein betrachtet als solche von *P. Beudanti* ausgegeben werden könnte. Dass die Verf. auch die rechte Klappe von *P. Schweinfurthi* bei ihrem *P. pseudo-Beudanti* im Auge hatten, kann ich mir nicht vorstellen, da hier doch zu wesentliche Unterschiede obwalten. Hätten die Verf. das aegyptische Vorkommen ihres *P. pseudo-Beudanti* etwas ausführlicher beschrieben oder wären sie auf meine früher erschienene Monographie des egyptischen Miocäns und seiner Pectiniden mit einigen Worten, wie man hätte erwarten können, eingegangen, so wären diese jetzt bestehenden Unklarheiten der Beziehungen zwischen meinen und ihren Arten vermieden worden.

Es ist immer misslich, eine *Vola*-Art nur nach einer Klappe zu bestimmen, wodurch nur zu leicht Confusion entsteht. Auch Fuchs hat diesen Fehler begangen. Die Hälfte seiner Bestimmungen aegyptischer Miocänformen stützt sich auf eine Klappe und hat daher keinen dauernden Werth behalten, so der *Pecten conjux*, *vindascinus*, *convexecostatus* und *Fraasi*.

Der *P. Ziziniae* liegt mir von zahlreichen Miocänfundpunkten, den wichtigsten Aegyptens, vor, darunter auch den-

Digitized by Google

jenigen, von denen das Material von FOURTAU-DEPÉRET-ROMAN stammt: Wadi Belih am Suesgolf, Wadi Haggu im SW. des Gebel Atāqa, Süd- und Ostseite des Gebel Geneffe, Gebel Fajid, Fuchsberg im W. des Gebel Geneffe, Gebel Auwebed (nordwestlich davon), Wadi Gjaffara bei Dēr el-Bēda, Bir Lebuk im W. von Moghara (Collection EHRENBERG), Oase Siuah (EHRENBERG) und Mirsa Tobruk am Mittelmeer.

Pecten Schweinfurthi BLANCK.

Einige Beziehungen zu *Pecten Beudanti* hat auch *P. Schweinfurthi* BLANCK., eine Art, die DEPÉRET-ROMAN vermuthlich gar nicht vorgelegen hat, wohl weil sie etwas seltener ist. Sie wurde nur von SCHWEINFURTH und nur an drei Punkten gesammelt.

Auch bei ihr kann ein Zweifel herrschen, ob sie zu *Vola* oder *Flabellipecten* gehört, insofern die Oberschale schwach gewölbt ist; doch steht sie sicher der erstgenannten Gattung näher. Im Gegensatz zu *P. solarium* und *P. Ziziniae* zeigt sich diese Wölbung nicht im Jugendzustand, sondern wie bei *P. Beudanti* erst beim ausgewachsenen Individuum. Die jungen erscheinen noch vollkommen flach. In der Sculptur ist die Art etwas variabel. Um das zu demonstriren, bildete ich früher[1] drei ganz verschiedene Oberklappen, die ich alle zu *P. Schweinfurthi* stellen muss, ab (p. 128, Fig. 13 und 14 b und Taf. III Fig. I). Abgesehen von dem Unterschied der Wölbung (die kleine Fig. 14 b ist durchaus flach, die andere grössere schwach gewölbt) unterscheiden sich die Altersstadien und auch die Individuen in der Sculptur. Gewöhnlich stellen sich im Jugendzustand ausser den Hauptrippen nur concentrische Lamellen ein, wie bei der Gruppe des *P. Beudanti*, aber die einzelnen Lamellen noch höher und in grösserem Abstand von einander. Die feinere Radialsculptur, d. h. die Secundärberippung, erscheint in der Regel erst gegen den Unterrand der Schale (so bei Taf. III Fig. 1), seltener schon früher auf der ganzen Schale (p. 128, Fig. 13).

Bei der rechten Klappe ist das erstere beinahe die Regel. Jugendexemplare der rechten Klappe ohne Spur dieser Secundärrippen (s. Fig. 14 a) sind daher nicht so sehr von

[1] Neues zur Geologie und Palaeontologie Aegyptens. III. Das Miocän. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1901. Taf. III.

Digitized by Google

P. Beudanti und *P. pseudo-Beudanti* verschieden, mit denen sie auch die Art der Wölbung gemein haben. Aber die Anwachslamellen stehen entfernter und ragen mehr hervor, und die Rippen sind immer schmäler und schärfer.

Pecten Fraasi Fuchs.

Ebenso veränderlich wie *Pecten Schweinfurthi* ist der ihm in der Sculptur ganz ähnlich ausgebildete *P. Fraasi* Fuchs, den Depéret-Roman unter zwei verschiedenen Namen, nämlich auch als *P. Kochi* Loc. aufführen. Der *P. Fraasi* ist von Depéret-Roman nicht richtig aufgefasst. Fuchs hatte die Art bloss auf eine linke Schale vom Gebel Geneffe gegründet. Auch Depéret-Roman erhielten durch Fourtau nicht mehr als ein einziges Exemplar einer linken Schalenhälfte und verstiegen sich nun kurzerhand zu der Behauptung: La valve droite d'Egypte est encore inconnue. In Ermangelung der letzteren haben sie dann eine andere Form mit viel weniger gewölbter Unterschale von Sausset in Frankreich zum *P. Fraasi* gestempelt und die Eigenschaften der Unterklappe vom *P. Fraasi* nach der französischen Form beschrieben. Wie verträgt sich das mit der in der Einleitung des Werkes gepriesenen méthode rigoureuse ihrer Untersuchungen? Fast scheint mir zu letzterer auch eine etwas nachlässige oder einseitige, zu eklektische Literaturbenutzung gehört zu haben. Denn der Fehler wäre sicher unterlassen worden, wenn sich die Verf. nicht durchaus ablehnend gegen eine Einsichtnahme in meine nachweislich ihnen rechtzeitig zugesandten Pectenstudien verhalten hätten.

In meinem Aufsatz: „Das Neogen in Aegypten und seine Pectinidenfauna“ [1], war zu lesen: „*P. Fraasi* Fuchs [= *P. Fraasi* (Oberschale) und *P. convexecostatus* (Unterschale) Fuchs], eine sehr häufige Art, reich sculpturirt mit entfernten concentrischen Lamellen und costicillirten Radialrippen.“ Daraus ging schon hervor, dass ich den *P. convexecostatus* Fuchs für die zu *P. Fraasi* gehörige Deckelklappe ansehe, ebenso wie auch Depéret denselben zu *P. Kochi*, d. h. seinen Unterklappenexemplaren von *P. Fraasi*, zu ziehen geneigt ist.

In der Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1901. p. 126 aber habe ich dann den *P. Fraasi* mit seinen Synonymen genau

[1] Centralbl. f. Min. etc. 1900. p. 211.

Digitized by Google

beschrieben und abgebildet. Die Fig. 1 auf Taf. II zeigt die Deckelklappe auf einer Unterklappe, deren Ränder überragen, aufsitzend, und in Fig. 3 ist eine andere typischere Unterklappe dargestellt. Auch diese beiden einleuchtenden, als „*P. Fraasi* Fuchs emend. Blanck." bezeichneten Bilder sind von Depéret übersehen worden. Er hat es also nicht einmal für der Mühe werth gehalten, die in der ersten Hälfte des Jahres 1901 ihm zugeschickte Abhandlung flüchtig zu durchblättern und wenigstens die Tafeln anzusehen, was man doch sonst bei Mangel an Zeit oder an der betreffenden Sprachkenntniss bei zugeschickten Schriften zu thun pflegt. Wenn er aber meine Auffassung für irrig gehalten, hätte er sie doch mindestens widerlegen müssen und konnte nicht, weil ihm selbst zufällig die Unterklappe bis dahin unbekannt geblieben, diese Thatsache als allgemein geltend hinstellen.

In dem hiesigen Material liegen mir unter den zahllosen Resten dieser Art nicht weniger als drei Doppelexemplare vor mit noch zusammenhängender Ober- und Unterklappe, die ich gerne zur Einsichtnahme zur Verfügung stellen würde.

Nach meiner genauen Beschreibung und den schon gegebenen 6 Abbildungen bei Fuchs und mir halte ich eine nochmalige Abbildung für unnöthig.

Pecten Kochi Loc.

Unterklappen von *Pecten Fraasi* haben übrigens, wenn sie auch als solche von Depéret-Roman nicht erkannt wurden, ihnen trotzdem vorgelegen. Sie laufen hier unter dem Namen *P. Kochi* Loc., und zwar, scheint es, mit Recht. Ich glaube jetzt, dass beide Arten wohl vereinigt werden können, und da der Locard'sche Name, der sich auf das corsikanische Vorkommen bezieht, älter ist, wäre der Name *P. Fraasi* überhaupt einzuziehen, wenn man ihn nicht zur Bezeichnung der localen aegyptischen Varietät als var. *Fraasi* beibehalten will. Als Unterschiede gegenüber dem Typus des *P. Kochi* könnten erstens die etwas bedeutendere Grösse des *P. Fraasi* (Höhe 58 mm, Länge 61 mm; bei *P. Kochi* Höhe 49 mm, Länge 54 mm), zweitens die in der Regel grössere gegenseitige Entfernung der charakteristischen Anwachslamellen, endlich die

Digitized by Google

grössere Zahl (5—7) der Secundärrippen auf jeder Rippe erster Ordnung, welche die Wellen der Lamellen hervorrufen, hervorgehoben werden. Doch sind das wohl unwesentliche Unterschiede, da sie ja auch DEPÉRET-ROMAN nicht abgehalten haben, die aegyptischen Unterklappen direct zu *P. Kochi* zu ziehen.

Die Synonyme dieses *P. Kochi* var. *Fraasi* FUCHS würden dann lauten:

1867. *Pecten Dunkeri* O. FRAAS, Geologisches aus dem Orient. p. 315, non p. 306 (nach Prüfung der betreffenden Originale durch mich).
1883. *P. Fraasi* FUCHS, Miocänfauna Aegyptens. p. 58—59, Taf. 21 Fig. 7—8 (Deckelklappe).
1883. *P. convexecostatus* FUCHS, ibid. p. 58, Taf. XXI Fig. 1—2 (Unterklappe).
1900. *P. Fraasi* BLANCKENHORN, Neogen in Aegypten. p. 211.
1900. *P. Kochi* DEPÉRET et FOURTAU, Terr. néogène Egypte. p. 402.
1901. *P. Fraasi* BLANCKENHORN, Neues zur Geologie Aegyptens. III. p. 126—127 und Taf. II Fig. 1—3.
1902. *P. Kochi* und *P. Fraasi* DEPÉRET et ROMAN ex parte, d. h. nur die aegyptischen Exemplare.

Vorkommen: Im fluviomarinen Untermiocän (Burdigalien) von Moghara am Gart es-Somara (selten), im marinen Mittelmiocän (Helvetien) von Mirsa Tobruk an der Cyrenaika-Küste, im NW. des Gebel Auwebed, am Fuchsberg (gemein), auf der S.- und O.-Seite des Gebel Geneffe (gemein!), Sikket el-Wettern am Sinai.

Einer zweiten Varietät von *P. Kochi* möchte ich eine mir vorliegende Unterklappe vom W.-Gjaffara bei Dēr el-Bēda zurechnen, welche bei genau der gleichen Wölbung der Schale sich durch ganz niedrige, flache, wohlgerundete Rippen auszeichnet, die erst bei 25 mm Entfernung von der Spitze sich mit den hier auch dichter stehenden concentrischen Lamellen bedecken. Letztere sind aber nicht durch Interferenz mit Radiallinien gewellt.

Diese Form entspricht ungefähr der Abbildung des *P. convexecostatus* bei FUCHS. Freilich liegt mir nur ein Bruchstück von 32 mm Höhe vor, und auch FUCHS' Exemplar (45 mm hoch) ist wohl noch nicht ausgewachsen, könnte also doch eventuell im späteren Alter noch Radialsculptur erhalten haben. Ausserdem erklärt FUCHS im Text, dass die Abbildung nicht getreu den Charakter wiedergebe; die Rippen träten in Wirk-

Digitized by Google

lichkeit viel schärfer und schmäler hervor, so dass also der Unterschied gegenüber dem Typus des *P. Kochi* var. *Fraasi* nicht erheblich wäre. So würde das Fuchs'sche Original genau mit mehreren Fragmenten des echten *P. Kochi* var. *Fraasi* übereinstimmen, die sich durch dichtgedrängte ungewellte Lamellen, aber doch hohe schmale Rippen auszeichnen und die mir unter anderem von Mirsa Tobruk vorliegen.

Für den *P. Fraasi* Dep. et Rom. aus den Mergelkalken mit Bryozoen von Château Rousse bei Sausset in der Helvetien-Etage müsste daher, wenn er nicht mit einer anderen Art vereinigt werden kann, ein neuer Name gewählt werden, und ich möchte den Namen *P. Depéreti* in Vorschlag bringen.

Pecten pharaoni Dep. et Rom.

Ähnlich wie beim *Pecten Fraasi* sind Depéret und Roman auch bei ihrem *P. pharaoni* n. sp. vorgegangen. Der Ausgangspunkt dieser Art ist ein Fragment einer Deckelklappe, genannt *P. conjux* Sow. bei Fuchs 1883 vom Gebel Geneffe, zu der wieder die passende Unterklappe noch unbekannt ist. Fourtau hat nun vom Gebel Geneffe eine einzige gewölbte rechte Klappe gesandt, welche als zur gleichen Art gehörig betrachtet wird und nach Zahl und Beschaffenheit der Rippen wohl auch dahin gestellt werden kann. Mit dieser aegyptischen Form aber wird nun ein *Pecten* des Burdigalien von Frankreich identificirt, der viel weniger und breitere Rippen trägt, und diese französischen Exemplare werden zum „Typus" des *Pecten* mit dem an Aegypten erinnernden Speciesnamen genommen. Es wäre entschieden besser gewesen, wenn man bei der immerhin grossen Unsicherheit der Zusammengehörigkeit der französischen zu den aegyptischen entweder die letzteren als Typus des *P. pharaoni* bezeichnet oder, nachdem man einmal die zahlreichen, mehr verbreiteten und daher besser zu beurtheilenden französischen Formen zum Typus erheben wollte, dann nicht einen aegyptischen Localnamen gewählt und die Frage der Identificirung noch offen gelassen hätte. So kann, wenn später wirklich, wie ich fürchte, zwei Arten daraus werden sollten, durch diese eigenartige Namengebung nur Verwirrung hervorgerufen werden.

Digitized by Google

Mir selbst liegt diese Art nicht vor. Die einzige, äusserlich etwas ähnlich aussehende, von Fuchs und mir als *P. Holgeri (?)*, aber mit Vorbehalt bezeichnete *Pecten*-Form vom Gebel Geneffe hat noch etwas weniger Rippen und ziemlich flache Wölbung der rechten Klappe. Sie ist ein mehr oder weniger gleichklappiger *Macrochlamys*, kann also hier bei den Volen gar nicht in Betracht kommen.

Pecten Josslingi Smith.

Den von Depéret-Roman dafür genannten Fundorten habe ich noch zuzufügen: Fuchsberg im Westen des Gebel Geneffe (Helvetien) und Katma zwischen Killis und Bairam Oghlu nordwestlich Aleppo im marinen Obermiocän (Tortonien).

Pecten revolutus Mich.

Pecten revolutus wird von Depéret-Roman aus Aegypten nicht citirt. Er wurde aber von Schweinfurth und mir gefunden auf der Ost- und der Südseite des Gebel Geneffe (Helvetien) und von Schneider bei Schawar am Amanus-Gebirge in Nordsyrien (Tortonien).

Pecten aduncus Eichw.

Für *Pecten aduncus* erwähne ich nach meiner Sammlung noch die Vorkommnisse Tarābūlus am Libanon und Djebel Kosseir zwischen Djisr-esch-Schughr und Antakije (Tortonien).

Pecten concavus Blanck.

Als weitere *Vola*-Art aus dem Miocän Egyptens ist der bei Depéret-Roman vergessene *Pecten concavus* mihi nachzutragen, der sich von *P. Grayi* und *rhegiensis* durch die stark concave Oberschale und die deutlichen entfernten Anwachslamellen der Unterschale unterscheidet.

Zur Stratigraphie des aegyptischen Miocäns.

Von den namhaft gemachten Volen Aegyptens können höchstens folgende, die mit bereits aus anderen Gegenden bekannten identisch sind, zu relativen Altersbestimmungen verwerthet werden: *Pecten cristatocostatus*, *Josslingi*, *Kochi*, *pharaoni* und *revolutus*. Von diesen gilt *P. cristatocostatus*

Digitized by Google

als besonders charakteristisch für die Basis der II. Mediterranstufe oder das Helvetien sensu stricto, *P. revolutus*, *Josslingi* und *Kochi* sind über alle drei Miocän-Etagen, das Burdigalien, Helvetien und Tortonien, verbreitet, haben aber ihre Hauptverbreitung im Helvetien. Nur *P. pharaoni* ist angeblich auf die I. Mediterranstufe oder das Burdigalien beschränkt; aber bei dieser ist die Identification der aegyptischen Form mit den sonst auf den Namen bezogenen Formen Europas noch recht fraglich. Die als *P. pseudo-Beudanti* bezeichnete aegyptische Form (? = *P. Ziziniae* Blanck.) scheidet ebenfalls für die Frage der Altersbestimmung aus, da sie nach meiner Auffassung mit dem typischen *P. pseudo-Beudanti* (= *Beudanti* Hörnes) nicht zusammenfällt.

Es liegt demnach kein ernstlicher Grund vor, die marinen Miocänablagerungen des östlichen Aegyptens schon wegen ihrer Volen theilweise dem Burdigalien zuzustellen, wie das Depéret und Fourtau gethan haben. Die besonderen Verhältnisse am Gebel Geneffe habe ich früher schon einmal daraufhin beleuchtet und gezeigt, dass Fourtau's zwei Profile, von denen er das eine als Burdigalien, das andere als Helvetien bezeichnet hatte, nicht übereinander folgen, sondern im Allgemeinen dem gleichen Horizonte entsprechen. Es ist die Basis der II. Mediterranstufe mit halb gemischter Fauna, wie das früher schon Fuchs gesagt hatte. Die verschiedenen *Pecten*-Arten, *P. Ziziniae* (? = *pseudo-Beudanti* Dep.-Rom. ex parte), *P. Kochi*, *cristatocostatus*, *revolutus*, *sub-Malvinae* (= *praescabriusculus* Dep.-Rom. ex parte), *burdigalensis*, *cristatus*, *gloriamaris* etc. kommen nach meinen sorgfältigen Aufsammlungen am Gebel Geneffe und Fajid in den gleichen Schichten miteinander vergesellschaftet vor.

B. Die Pliocän-Volen.

Ich wende mich nun den Volen des Pliocäns zu:

Pecten jacobaeus L.

Im syrischen wie im aegyptischen Mittelpliocän ist nur je eine Art vertreten: in Syrien (bei Ladikijeh) *Pecten jacobaeus* L., in Aegypten (im Nilthal) *Pecten benedictus* Lam.

Digitized by Google

Pecten benedictus Lam.

Der letztere ist für diese Gegend von hervorragender Wichtigkeit und verdient eine ausführliche Besprechung.

Er wurde zuerst von O. Fraas als *P. Dunkeri* aufgeführt, doch wandte dieser Autor den gleichen Namen auch auf die von ihm am Fusse des Gebel Geneffe im Miocän gesammelten Exemplare von *P. Kochi* an, wie ich an den Originalen der Stuttgarter Sammlung ersah.

Durch F. Römer (1870) und Schweinfurth (1880) gelangte eine grosse Zahl von Exemplaren von der linken Nilseite in die Berliner palaeontologische Sammlung. Es waren das zwei in der Höhe und Schärfe der Berippung und in der Wölbung der Unterklappe etwas verschiedene Typen, die aber durch Zwischenformen ineinander überleiten. Beyrich, der dieses reichhaltige Material einer Prüfung unterzog, hat nie daran gezweifelt, dass es sich hier nur um eine einzige, wenn auch sehr veränderliche Art handle. Er sprach im Februar 1882 die Meinung aus, dass es der *P. erythraeensis* Sow. sei. Später aber, nach Erscheinen der Fuchs'schen Abhandlung[1], muss er diese Meinung etwas modificirt haben; denn die den Stücken beiliegenden, von seiner Hand herrührenden Etiquetten lauten bei den niedrigen, flachrippigen Exemplaren einfach „*Pecten benedictus* Lam., vergl. Fuchs Pal. XXX", bei den gewölbten, hochrippigen aber „*Pecten benedictus* var. *erythraeensis* (= *aduncus* bei Fuchs)."

Fuchs war der erste, welcher zwei Arten zu erkennen glaubte. Die schwachgewölbte Form mit wenig geschwungenem Wirbel und flachen Rippen nannte er *P. benedictus*, die hochgewölbte mit vortretendem Wirbel, hohen Rippen und tiefen Furchen *P. aduncus*. Nur in Bezug auf letztere schloss er sich nachträglich Beyrich's Ansicht an und bezog ihn auf *P. erythraeensis* Sow. (nicht *erythraeus*, wie Fuchs und nach ihm Meyer-Eymar irrthümlich sagen), wobei er aber doch hinzufügt, dass „die fossilen Vorkommnisse um etwas stärker gewölbt und die Rippen der Oberklappe etwas breiter sind".

Dagegen soll sich die weniger gewölbte fossile Form, sein *P. benedictus*, durch häufiges Auftreten von feinen Radial-

[1] Beiträge zur Kenntniss der Miocänfauna Aegyptens. Juli 1882.

Digitized by Google

leisten zwischen und auf den Rippen vom *P. erythraeensis* unterscheiden.

Meyer-Eymar kehrte 1898 zu dem Standpunkt Beyrich's zurück, dass nur eine Art vorliege, die mit *P. erythraeensis* Sow., zugleich aber auch mit *P. benedictus* Lam. identisch sei, und er giebt ihr daher den älteren Lamarck'schen Namen. Freilich geht er in seinen Identificationen insofern wieder zu weit, als er p. 64 auch die Abbildung des *P. aduncus* Eichw. bei Hörnes und p. 74 den *P. sub-benedictus*, *paulensis* und *lychnulus* (= *Josslingi*) damit vereinigt.

Ich habe nun das Glück, dass mir nicht bloss weit über 100 Exemplare (ca. 150 Unterklappen und ca. 190 Deckelklappen) der fossilen aegyptischen Form, und zwar von sämmtlichen bis jetzt bekannt gewordenen Fundorten an beiden Seiten des Nilthals (auf dem linken Ufer von den Pyramiden bis Sedment-Heracleopolis im Osten des Fajum, auf dem rechten von Kairo bis zum Wadi Sanur), sondern auch der lebende *P. erythraeensis* des Rothen Meeres in drei guten Doppelexemplaren (gesammelt von Ehrenberg-Hemprich und Pätel) und einer Deckelschale, von mir bei Sues gefunden, vorliegen. Das ist ein Vergleichsmaterial, wie es keinem einzigen meiner Vorgänger, insbesondere Depéret-Roman nicht, zu Gebote stand, da z. B. die verschiedenen Fundorte des rechten Nilufers überhaupt nur von mir entdeckt und ausgebeutet wurden. Meine wiederholten Studien an diesem unvergleichlichen Material führten mich nun immer wieder zu dem Schluss, dass diese aegyptische fossile *Pecten*-Form der *Cucullata*-Stufe nicht nur ebenso gemein, sondern auch ebenso variabel ist, wie die stets damit vergesellschaftete *Ostrea cucullata*. Ich habe mich ernsthaft bemüht, die zwei Extreme dieser Variationsreihe, den *P. aduncus* Fuchs und *benedictus* Fuchs als Arten auseinanderzuhalten und scharf zu trennen. Es liegen mir aber zu viele Zwischenformen in verschiedener Beziehung vor, bei denen der Zweifel bestehen bleibt. Das gilt für die Unterklappe sowohl als ganz besonders für die Deckelklappe. Ich kann mich daher ebenso wie Beyrich nur mit der Abtrennung einer Varietät, in diesem Falle der aufgeblasenen Form mit der stärker ausgeprägten Sculptur, von dem flacheren Typus des *P. benedictus* im Sinne von Lamarck.

Digitized by Google

Fuchs und Depéret-Roman einverstanden erklären, aber wie ich weiter unten näher begründen werde, muss ich den Namen var. *erythraeensis* Sow. für diese Varietät als unberechtigt zurückweisen und würde sie lieber var. *inflata* nennen.

Was zunächst die Unterklappe des *P. benedictus* betrifft, so herrscht allerdings in der Regel im Nilthal an einer Localität ein Typus durchaus vor, so z. B. die var. *inflata* in dem berühmten *Clypeaster*-Sandstein des Kom Schellul, der Localität D Schweinfurth's. An anderen Plätzen aber finden sich beide Extreme vertreten und besonders auch ihre Zwischenformen, so dass, wer da sammelt, kaum in der Lage ist, Grenzen aufrecht zu erhalten. Mir ist bei Pectiniden sonst kein Beispiel einer derartigen zweifellosen Variabilität in der Sculptur vorgekommen.

Zur Beleuchtung des Verhältnisses der Wölbung (Dicke) zum Umfang der Schale gebe ich hier eine Übergangsreihe von 4 Exemplaren mit relativ zunehmender Dicke, gesammelt im S. der Pyramiden von Gizeh:

	Höhe	Länge	Dicke	Verhältniss von Höhe und Dicke
1.	77 mm	84 mm	22 mm	$\frac{7}{2}$
2.	60 „	66 „	21 „	$\frac{6}{2}$
3.	67 „	72 „	25 „	$\frac{6}{4}$
4.	52 „	54 „	21 „	$\frac{5}{2}$

No. 1 entspricht ungefähr dem Typus des *Pecten benedictus* Lam. in Grösse und Wölbung. Auch No. 2 und 3 können ebenfalls noch dazu gerechnet werden. Die am meisten in die Dicke gewachsene Form No. 4, die zugleich etwas kleiner bleibt, ist unsere var. *P. inflata* (= *aduncus* Fuchs = *erythraeensis* Depéret-Roman non Sow.).

Mit der zunehmenden Dicke der Schale hält das Übergreifen des Wirbels meist gleichen Schritt. Bei No. 1, dem grössten Stück, tritt derselbe gar nicht vor, bei No. 2 und 3 bereits merklich, bei No. 4 bedeutend. Die Höhe der Rippen und Tiefe der Furchen geht gewöhnlich durchaus mit der Stärke der Schalenwölbung parallel, doch liegen mir gerade in dieser Beziehung mehrere Ausnahmen von mehreren Fundorten vor, wo auf nur mässig gewölbten Schalen mit kaum übergreifendem Wirbel, d. h. *P. benedictus* im engeren Sinne, die Rippen durch ungewöhnlich tiefe Furchen getrennt und

Digitized by Google

scharf hervorgehoben werden, sowie auch der umgekehrte Fall. Die Breite der Rippen ist beständiger. Sie sind immer nur doppelt so breit als ihre Zwischenräume, also schmäler als bei *P. aduncus* Eichwald und Hörnes.

Die Deckelklappe verdient ebenso sehr unsere Aufmerksamkeit wie die Unterklappe. Die 11 Hauptrippen zeichnen sich zunächst durch ihre Ungleichheit aus. Von vorn gezählt, ist immer die dritte, sechste und neunte schmäler und niedriger als alle übrigen, unter denen oft noch die zweite, fünfte und achte unmerklich stärker sind als der Rest. Die Rippen sind wenig schmäler als ihre Zwischenräume. An der Wirbeleintiefung der Deckelschale noch undeutlich erscheinen sie von 8 mm Entfernung vom Oberrand an scharf ausgeprägt mit rechteckigem Querschnitt und kantig an den Seiten. Die Höhe der Rippen auf der Oberschale richtet sich natürlich nach der Tiefe der Furchen auf der Unterklappe, welch letztere, wie wir sahen, meistens mit der Aufwölbung der Schale in directem Verhältniss steht. So haben die Individuen der var. *inflata* (= *erythraeensis* Depéret-Rom.) eine deutlich concave Deckelklappe mit hohen, scharf gekanteten Rippen, die des entgegengesetzten Extrems, welche auch grösser werden, eine flache Deckelklappe mit niedrigeren flachen Rippen. Dazwischen sind alle Übergänge vorhanden.

Bei etwa ein Viertel bis ein Drittel der untersuchten Deckelklappen sind die Rippen costicillirt durch 1—2 Radialfurchen. Besonders gilt das von den Exemplaren des Extrems *inflata* und den Zwischenformen, während die ganz grossen Schalen des entgegengesetzten flachen Extrems keine Radialsculptur auf den Rippen aufweisen, sondern höchstens in den Zwischenräumen. In letzteren beobachtete ich Radialstrahlen besonders bei den niedrigrippigen Deckelschalen (hier bei weit mehr als der Hälfte). Von den gewölbten, scharfrippigen Formen liess hingegen weniger als die Hälfte der Deckelschalen eine Spur von Intercostalrippen erkennen. Fuchs schreibt den Besitz von secundären Radialleisten nur seinem *P. benedictus* zu und sieht darin einen Hauptunterschied gegenüber *P. aduncus* oder *erythraeensis* Fuchs. Wie ich schon früher[1] betonte und jetzt nach erneuter eingehender

[1] Das Miocän in Aegypten. 1902. p. 94.

Digitized by Google

Prüfung wiederhole, trifft das aber keineswegs zu. Ich wenigstens sah die Streifung der Hauptrippen in mindestens der gleichen Häufigkeit bei den Deckelklappen der hochgewölbten Varietät; nur die Secundärrippen in den Zwischenräumen sind da allerdings etwas seltener und undeutlicher.

So finde ich überhaupt keine wesentlichen Unterschiede in der Beschaffenheit der Deckelklappen zwischen dem Typus des *P. benedictus* und der var. *inflata*. Auch Depéret-Roman[1] haben das wohl empfunden, indem sie bei Beschreibung des *P. erythraeensis* sagen: „La valve gauche offre les plus grands rapports avec celle de cette dernière espèce" (d. h. *P. benedictus*).

Pecten erythraeensis Sow.

Es bleiben jetzt noch die Beziehungen zu dem lebenden *Pecten erythraeensis* Sow. zu erörtern. Wenn ich die mir vorliegenden 4 Exemplare, welche Ehrenberg-Hemprich, Pätel und ich selbst am Rothen Meere sammelten, als Typus des *P. erythraeensis*, mit dessen Abbildungen bei Sowerby sie genau übereinstimmen, gelten lasse, so muss ich sagen: Bei aller Veränderlichkeit des *P. benedictus* des Nilthals ist mir doch kein einziges Exemplar desselben zu Gesicht gekommen, welches vollkommen dem lebenden *P. erythraeensis* in beiden Klappen entspräche. Eine directe Vereinigung des *P. erythraeensis* mit dem *P. benedictus*, an die auch ich früher geglaubt, halte ich daher jetzt nicht mehr für angebracht, wenn auch an eine Abstammung des einen vom anderen wohl gedacht werden kann.

Die Unterklappe nähert sich einerseits durch geringe Höhe und Flachheit der Rippen durchaus dem fossilen typischen *P. benedictus*, andererseits in ihrer Wölbung und dem übergreifenden Wirbel mehr der extremen Varietät *inflata* (= *erythraeensis* Fuchs, Depéret-Roman), wenn letztere auch, wie Fuchs richtig bemerkt, im Ganzen „noch stärker gewölbt" ist. So theilt sie mit beiden je eine Haupteigenschaft. Ich befragte Herrn Prof. v. Martens, welcher so

[1] Auch die Abbildung des *Pecten erythraeensis* bei Depéret-Roman, Taf. IV Fig. 7, lässt diese Costicillirung erkennen.

Digitized by Google

liebenswürdig war, die 3 besseren Exemplare des *P. erythraeensis* aus der hiesigen Zoologischen Sammlung für mich herauszusuchen, über seine Meinung bezüglich des specifischen Werthes der einzelnen Merkmale. Er neigte gerade so wie ich viel eher zu einer Vereinigung des *P. erythraeensis* gerade mit dem flachrippigen echten *P. benedictus* als zu der var. *inflata*, indem er auf die Beschaffenheit der Rippen mehr Gewicht legte als auf diejenige des Wirbels. Fuchs und Deperet-Roman hingegen betonen in erster Linie die Wölbung der Schale und besonders des vortretenden Wirbels, während sie den auffälligen Unterschied in der Berippung übersehen, möglicherweise, weil ihnen nur die Abbildung bei Sowerby, nicht aber, wie uns wirkliche Exemplare vom Rothen Meere zum Vergleich vorgelegen haben.

Da nun die genannten Eigenschaften der rechten Schale des *P. erythraeensis* bei den fossilen Formen nicht zusammen, sondern stets getrennt beobachtet werden, so bleibt immer noch ein Unterschied bestehen, der zur Abtrennung berechtigt.

Noch auffälliger ist der Unterschied bei den Deckelklappen. Dass eine gewisse Blutsverwandtschaft besteht, wird allerdings auch hier wahrscheinlich. Der oben geschilderte Unterschied in der Stärke der 11 Rippen prägt sich hier noch auffälliger durch die verschiedene Färbung aus. Die drei schwächsten Rippen, die dritte, sechste und neunte sind viel heller gefärbt als der übrige berippte, gelbrothe Theil der Schale. Die gelungene Abbildung bei Sowerby[1] lässt das deutlich erkennen. Diese Art der Farbenvertheilung kann überhaupt als charakteristisch für den *P. erythraeensis* gelten, im Gegensatz z. B. zu *P. medius* Lam., der besonders bei Reeve[2] gleichmässige Berippung und Färbung der Deckelschale aufweist. In diesem Sinne halte ich denn auch die unbenannte Abbildung bei Savigny, Description de l'Egypte. t. XIII f. 9, welche Issel[3] als *P. medius* aufführt, der sich aber ganz an die Sowerby'sche Form anschliesst, entschieden für *P. erythraeensis*, von dem also zwei gute Abbildungen

[1] Thesaurus conchyliorum or Monograph of Genera of Shells. 1. 1847. p. 49. Taf. XVIII Fig. 164.

[2] Conch. icon., Taf. 11 Fig. 44.

[3] Malacologia del Mar Rosso. Pisa 1869. p. 104 u. 373.

Digitized by Google

existiren. Übrigens zeichnen sich auch noch andere lebende (australische) *Pecten*-Arten mit der gleichen Rippenzahl durch diese radial ungleiche Färbung aus, so der *P. filosus* Reeve und *fuscus* Klein. Der *P. benedictus* muss der gleichen Gruppe angehört haben.

Geschieden ist er aber von *P. erythraeensis* durch die Sculptur der Rippen. Letztere sind bei den Oberklappen von *P. erythraeensis* niemals so hoch, so scharf ausgeprägt wie das bei *P. benedictus* die vorherrschende Regel ist, sondern niedrig, flach, ohne scharfe Kanten und ausserdem vollkommen glatt ohne Anwachslamellen. Es fehlt jede Spur von Radialfurchen auf den einförmigen Rippen, die bei *P. benedictus* (vergl. Depéret-Roman, Taf. IV Fig. 2 u. 4a), wie auch Depéret's *P. erythraeensis* (ibid. Taf. IV Fig. 7) erscheinen. Es fehlen auch die Secundärrippen in den Intercostalräumen.

Kaum eine einzige Deckelklappe der fossilen var. *P. inflata* des *P. benedictus* (= *erythraeensis* Dep.-Rom.) kann mit einer solchen des echten lebenden *P. erythraeensis* verwechselt werden. Eine wirkliche Annäherung in der einfachen Rippensculptur zu letzterer Art fand ich nur bei einigen Deckelschalen des *P. benedictus* im engeren Sinne, die bestimmt zu schwach gewölbten und damit zugleich flachrippigen Unterklappen gehörten.

Der Name *P. erythraeensis* Sow. ist also besser ganz auf die lebende Art zu beschränken und aus der Liste der Arten des Nilthalpliocäns und ebenso aus derjenigen des Mittelmeerneogens zu streichen.

Ich bin auf diese Verhältnisse hier etwas ausführlicher eingegangen, weil sich an diese *Pecten*-Formen gerade infolge der neuen Darstellung bei Depéret-Roman wieder irrige Vorstellungen von einer directen Verbindung des mittelpliocänen Mittelmeeres mit dem Rothen Meere, also einer Existenz des Rothen Meeres schon zur Zeit der *Cucullata*-Stufe knüpfen lassen[1].

Ich verweise hier noch einmal auf meine Abhandlung: „Das Pliocän- und Quartärzeitalter in Aegypten“[2], in welcher

[1] Vergl. Depéret-Roman, p. 37.

[2] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1901. p. 351—362.

Digitized by Google

ich auf Grundlage der Meyer-Eymar'schen und meiner Bestimmungen zahlenmässig die Nichtexistenz eines erythräischen Charakters der pliocänen Nilthalfauna bewies. Der Graben des Rothen Meeres brach erst in einer etwas späteren Periode, im Oberpliocän, mit Beginn der ersten Eiszeit, ein und damals ging vorübergehend eine Vereinignng der Gewässer des Mittelmeeres mit dem Rothen Meere und Indischen Ocean vor sich.

Diese Gelegenheit benutzten manche Bewohner der flachen Küste zu einer Einwanderung aus dem Mittelmeer in das Rothe Meer. Es waren das erstens Nachkommen von 13 Arten, die wir in der Fauna des Nilthals vorfinden, nämlich *Pecten benedictus*, *Ostrea cucullata* und *plicatula*, *Arca lactea*, *Cardita calyculata* und *sulcata*, *Donax trunculus*, *Gastrochaena dubia*; *Cerithium conicum* in 3 Varietäten, *Murex trunculus* und *anguliferus*, *Nassa mutabilis*, *Ficula reticulata*; zweitens viele andere, noch heute im Mittelmeere vertretenen Arten, wie *Pecten varius*, *Cardita trapezia*, *Diplodonta rotundata*, *Solecurtus strigilatus*, *Calyptraea chinensis*, *Patella caerulea*, *Spiroglyphus spiruliformis*, *Cypraea annulus*, *Bulla striata* und andere.

Nur wenigen dieser Formen gelang es, sich unverändert durch die Quartärzeit bis heute im Rothen Meere zu erhalten. Ein Theil starb während des Quartärs daselbst aus, z. B. *Ostrea plicatula*, *Arca Noae*, *Cardita calyculata*, *Cerithium conicum* var. *typus*, *Ficula reticulata*, die nur fossil in den Korallenriffen am Rothen Meere auftreten. Der übrige Theil erscheint heute in mehr oder weniger veränderter Form infolge Anpassung an die neuen Lebensverhältnisse und verdient nun einen besonderen Varietät- oder Artnamen, so *Ostrea Forskali*, der heutige Vertreter der *O. cucullata*, *Pecten erythraeensis*, *P. splendidulus* (verwandt mit *P. varius*), *Arca lactea* var. *erythraea*, *Cardita angisulcata* und *variegata*, *Diplodonta Savignyi*, *Nassa costulata* var. *erythraea* und andere. Die grössten dieser während der kalten Eiszeit eingewanderten Mittelmeerarten scheinen hier im warmen S. sogar bessere Lebensbedingungen gefunden zu haben als gleichzeitig oder später im Mittelmeer, infolgedessen sie dort alsbald ausstarben.

Digitized by Google

Das gilt für *Ostrea cucullata*, *Pecten benedictus*, *Murex angulifer us* und *Ficula reticulata*, die alle dem Pleistocän des Mittelmeeres fehlen.

Der früher so veränderliche *Pecten benedictus* lebt übrigens im Rothen Meer anscheinend nur in einer, heute beständigen, enger umgrenzten Art fort, dem *P. erythraeensis*, der noch dazu ziemlich selten ist. Es wird freilich von Issel und Küster-Kobelt noch eine zweite Art dieser Gruppe genannt, der *P. medius* Lam., den auch Depéret als directen Nachkommen des *P. benedictus* bezeichnet. Dem ist entgegenzuhalten, dass die Figur bei Savigny, auf welche Issel bei seinem Citat Bezug nimmt, durchaus dem *P. erythraeensis* Sow. entspricht, die Abbildungen des Forskal'schen Exemplars aus dem Rothen Meere bei Küster-Kobelt leider wenig gelungen ist, aber die zugehörige Textbeschreibung immer noch viel mehr auf den *P. erythraeensis* Sow. als auf den *P. medius* Lam. passt, dass der echte *P. medius* von Sowerby und Reeve nur aus Westindien angeführt wird, sich durch bedeutendere Grösse, grössere Rippenzahl und besonders die Theilung der Rippen der Unterklappe durch eine schwache Radialfurche auszeichnet und so gemäss seinem Namen sich enger an *P. maximus* und *jacobaeus* anschliesst, nicht aber an *P. benedictus*.

Pecten Vasseli Fuchs.

Es giebt endlich noch eine andere *Vola*-Art im (jüngsten) Neogen Aegyptens, die Depéret-Roman bei einer erschöpfenden Monographie der Volen der Mittelmeerländer mit hätten erwähnen müssen, die eigenthümliche *Vola Vasseli* Fuchs, das wichtigste Leitfossil der oberpliocän-pleistocänen Korallenriffe und Küstenablagerungen des Suesgolfs. Um so mehr hätte man das erwarten dürfen, als Depéret und Fourtau[1] geneigt sind, die Schichten mit *Pecten Vasseli* und *Ostrea pseudo-crassissima* Fuchs am Suescanal noch dem Miocän als höherem Horizont zuzurechnen, demnach sie als echt mediterrane Bildung aufzufassen.

Dass es sich hier aber um junge Terrassenbildungen

[1] Sur les terr. néogènes de la Basse-Egypte et de l'isthme de Suez. Compt. rend. Ac. d. sc. 1900.

Digitized by Google

handelt, hatte schon Fuchs[1] klar hervorgehoben, der diese Formen sammelte, und das Gleiche wiederholte später Newton[2], der diesen *Pecten* auch noch einmal abbildete, und ich selbst.

Mit gespannter Erwartung sehe ich den weiteren Heften der Pectiniden-Monographie von Depéret und Roman, welche die Untergattungen *Flabellipecten*, *Amussium* und *Chlamys* behandeln werden, entgegen. Hoffentlich haben die Autoren inzwischen doch die Zeit gefunden, die erschienene jüngste Literatur über die Neogenbildungen des Orients kennen zu lernen und nehmen auf derselben wenigstens bei den anderen *Pecten*-Gruppen die gebührende Rücksicht. So wird dann ein weiterer ergänzender Nachtrag unnöthig.

Erklärung der Tafeln.

Pecten Ziziniae Blanck. aus dem aegyptischen Miocän.

Taf. XIII.

Fig. 1—3 rechte Klappen.

Fig. 1. Verletzte Schale eines jungen Exemplars (zu beachten die Ungleichseitigkeit oder Unsymmetrie). Fundort: Südliche Vorhügel des Gebel Auwebed. (Collection Schweinfurth.)

„ 2. Halberwachsenes Exemplar mit wenig Rippen. Fundort: Östliche Vorhügel des Gebel Geneffe. (Meine Sammlung.)

„ 3. Fragment eines vielrippigen erwachsenen Exemplars, abgerieben, deshalb ohne Anwachslamellen. Fundort: Dēr el-Bēda an der alten Poststrasse Kairo – Sues. (Meine Sammlung.)

Taf. XIV.

Fig. 4—7 linke oder Deckelklappen.

Fig. 4a und b. Eine junge Schale von aussen und von innen. Wadi Gjaffara bei Dēr el-Bēda. (Collection Schweinfurth.)

„ 5. Jung, mit wenig Rippen. Wadi Haggu im Süden des Gebel Atāqa. (Collection Schweinfurth.)

„ 6. Jung, vielrippig, flach. Wadi Gjaffara bei Dēr el-Bēda. (Collection Schweinfurth.)

„ 7. Fragment eines ausgewachsenen, vielrippigen Individuums. Gebel Geneffe, in der gleichen Schicht zusammen mit Fig. 2 gefunden. (Meine Sammlung.)

[1] Die geologische Beschreibung der Landenge von Suez. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. 1877.

[2] Pleistocene Shells from the Raised Beach Deposits of the Red Sea. Geol. Mag. 1900. p. 20. Pl. XXII Fig. 7—9.

Digitized by Google

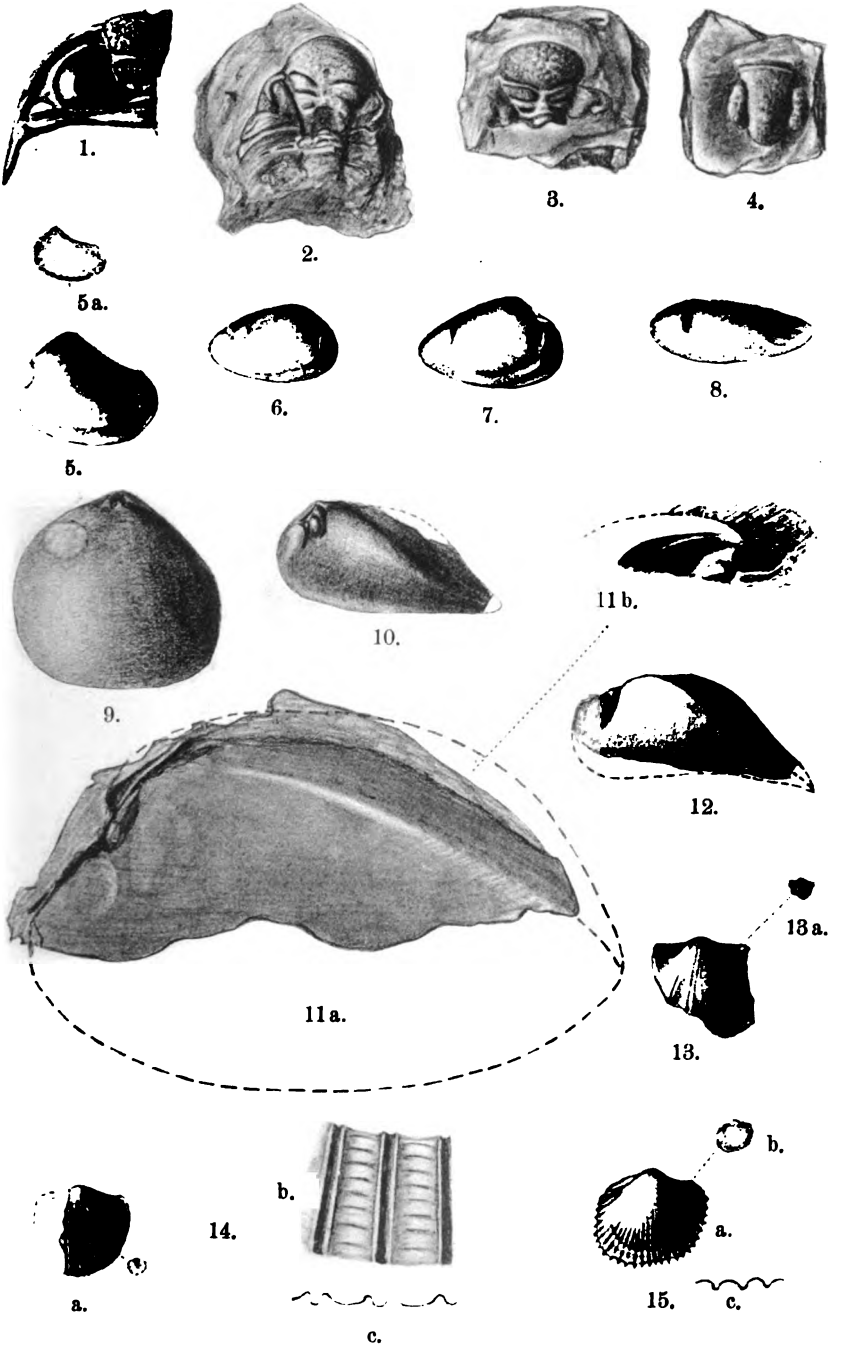
Digitized by Google

Tafel I.

Fig. 1. *Cryphaeus* cf. *laciniatus* F. ROEM. sp.; Rossbach, Obercoblenz, p. 32.
„ 2. „ *Lethaeae* KAYS.; Rossbach, Haiger-Schichten, p. 32.
„ 3. „ n. sp.; Rolshausen, Singh. Horiz.?, p. 32.
„ 4. *Lichas* cf. *Haueri* BARR.; Rolshausen, Singh. Horiz.?, p. 34.
„ 5. *Nucula* cf. *confluentina* BEUSH.; Rossbach, Obercoblenz, p. 39.
„ 5a. Natürliche Grösse.
„ 6. } *Ctenodonta* cf. *Krotonis* A. ROEM. sp.; Rossbach, Obercoblenz, p. 39.
„ 7. }
„ 8. *Cucullella* cf. *oblongata* CONR.; Rossbach, Haiger-Schichten, p. 40.
„ 9. *Myophoria Roemeri* BEUSH.?; Rolshausen, Singh. Horiz.?, p. 41.
„ 10. „ *peregrina* BEUSH.; Rossbach, Obercoblenz, p. 41.
„ 11a. *Prosocoelus vetustus* A. ROEM. sp.; Rossbach, Obercoblenz, p. 42.
„ 11b. Schloss desselben Stückes nach einem Wachsabgusse.
„ 12. *Goniophora Hauchecornei* BEUSH.?; Rossbach, Haiger-Sch., p. 43.
„ 13. *Buchiola* cf. *digitata* A. ROEM. sp.; Mornshausen, Haiger-Sch., p. 45.
„ 13a. Natürliche Grösse.
„ 14a. *Buchiola* n. sp.; Altenvers, Haiger-Schichten, p. 45. (Vergrössert und natürliche Grösse.)
„ 14b. Sculptur desselben Stückes, vergrössert.
„ 14c. Profil der Sculptur, vergrössert.
„ 15a. *Cardiola pectinata* n. sp.; Rossbach, Haiger-Schichten, p. 45.
„ 15b. Natürliche Grösse.
„ 15c. Profil der Sculptur, vergrössert.

Die Originale zu sämmtlichen Abbildungen befinden sich im Marburger Museum.

Digitized by Google



Doerbecker u. Brücher gez. Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel II.

Fig. 1. 2. *Grammysia obscura* Beush.; Höhe 420,6 nördlich Wilsbach, Obercoblenz, p. 44.

„ 3. *Murchisonia polita* Maur.; Rossbach, Obercoblenz, p. 46.

„ 4a. *Bellerophon sphaericus* n. sp.; Rossbach, Obercoblenz, p. 47.

„ 4b. Querschnitt eines Umgangs derselben Art vom gleichen Fundpunkte.

„ 5. Querschnitt eines Umgangs von einem anderen Exemplare derselben Art aus den Haiger-Schichten von Rossbach, p. 47.

„ 6a. *Bellerophon brevis* Maur.; Rossbach, Obercoblenz, p. 47.

„ 6b. Querschnitt eines Umgangs von demselben Stücke.

„ 6c. Natürliche Grösse des Stückes.

„ 7a. 7b. 7c. 7d. *Conularia fimbriata* n. sp.; Rolshausen, Singh. Horiz.?, p. 48. b. Querschnitt durch das Gehäuse; d. Sculptur, stark vergrössert.

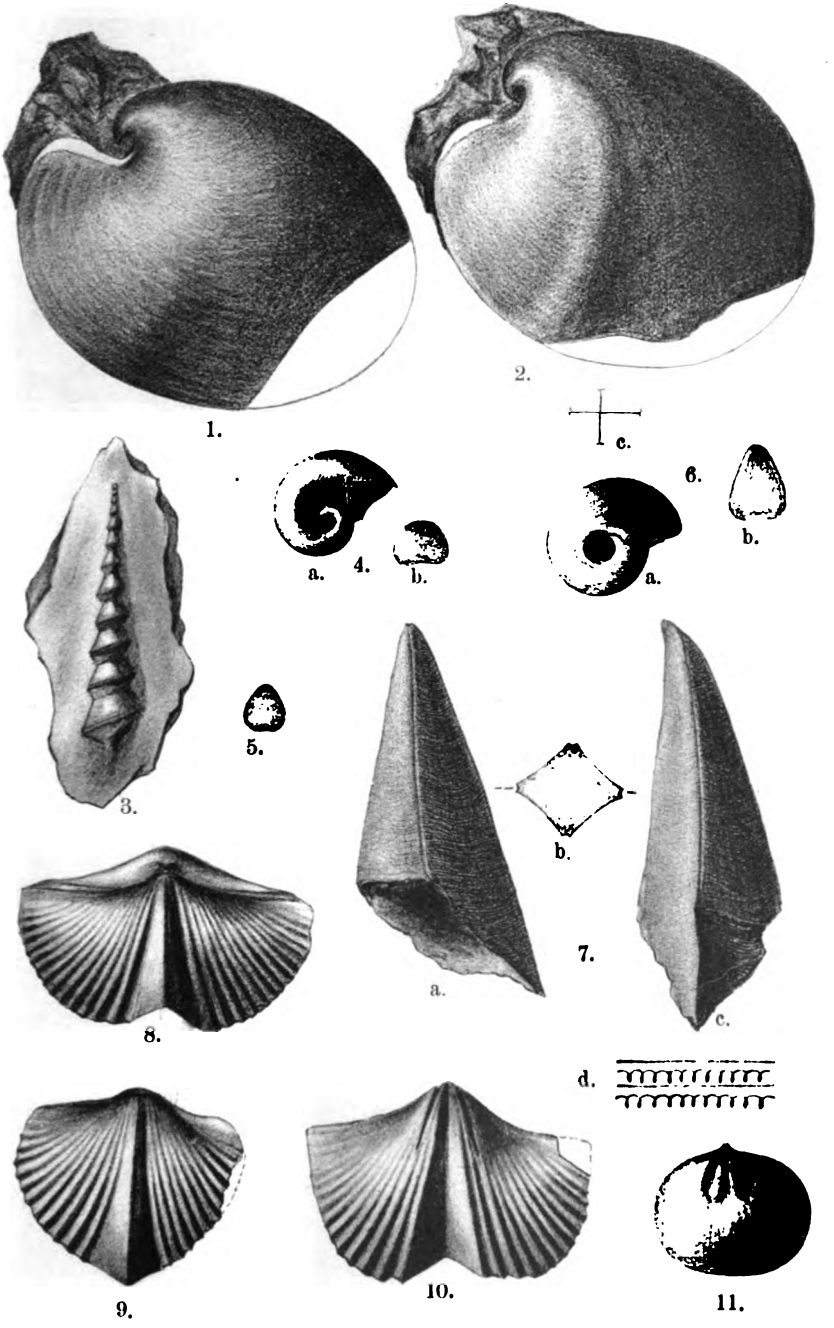
„ 8. *Spirifer Nerei* Barr.; La Jaillerie, nordwestliches Frankreich, Unterdevon, p. 53.

„ 9. „ 10. *Spirifer* aff. *Nerei* Barr., Dorsalklappe; Ventralklappe; Rolshausen, Singhof. Horiz.? p. 51.

„ 11. *Orthis hysterita* Gmelin (junges Exemplar); Rossbach, Obercoblenz, p. 62.

Die Originale zu sämmtlichen Abbildungen befinden sich im Marburger Museum.

Digitized by Google



Doerbecker u. Brücher gez. Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Tafel III.

Fig. 1a. *Orthis circularis* Sow n. mut. *transfuga;* Rossbach, Obercoblenz, p. 62. (Ventralklappensteinkern.)

„ 1b. Dieselbe Art, Dorsalklappensteinkern.

„ 1c. Querschnitt durch dieselbe Art in der halben Schalenlänge.

„ 2. Wachsabdruck der Dorsalklappe derselben Art.

„ 3a. *Orthis* cf. *opercularis* M. V. K.; Gerolstein, *Calceola*-Schichten, p. 63. (Ventralklappe.)

„ 3b. Dorsalklappe desselben Exemplares.

„ 3c. Querschnitt durch dasselbe Stück in der halben Schalenlänge.

„ 4a. *Orthis tectiformis* n. sp.; Rossbach, Obercoblenz, p. 64. (Ventralklappensteinkern.)

„ 4b. Dorsalklappensteinkern derselben Art; Rossbach, Haiger-Schichten.

„ 4c. Profil der Ventralklappe vom Schlossrande gesehen. (Die punktirte Linie deutet die Lage der Dorsalklappe an.)

„ 5. *Orthis circularis* Sow. n. mut. *transfuga;* Dörbach b. Coblenz, Obercoblenz, p. 63. Dorsalklappensteinkern eines jungen Exemplares. Original im Besitze des Herrn Schwerd in Coblenz.

„ 6. *Orthis triangularis* (Zeil.) Maur.; Rossbach, Haiger-Sch., p. 62.

„ 7. *Orthis* aff. *hysterita* Gmel.; Rolshausen, Singh. Horiz.?, p. 61.

„ 8a. *Retzia?* sp. aff. *Oliviani* de V. sp.?; Rossbach, Haiger-Sch., p. 57. (Ventralklappe.)

„ 8b. Dorsalklappe eines anderen Exemplares derselben Art vom gleichen Fundpunkte (vergrössert).

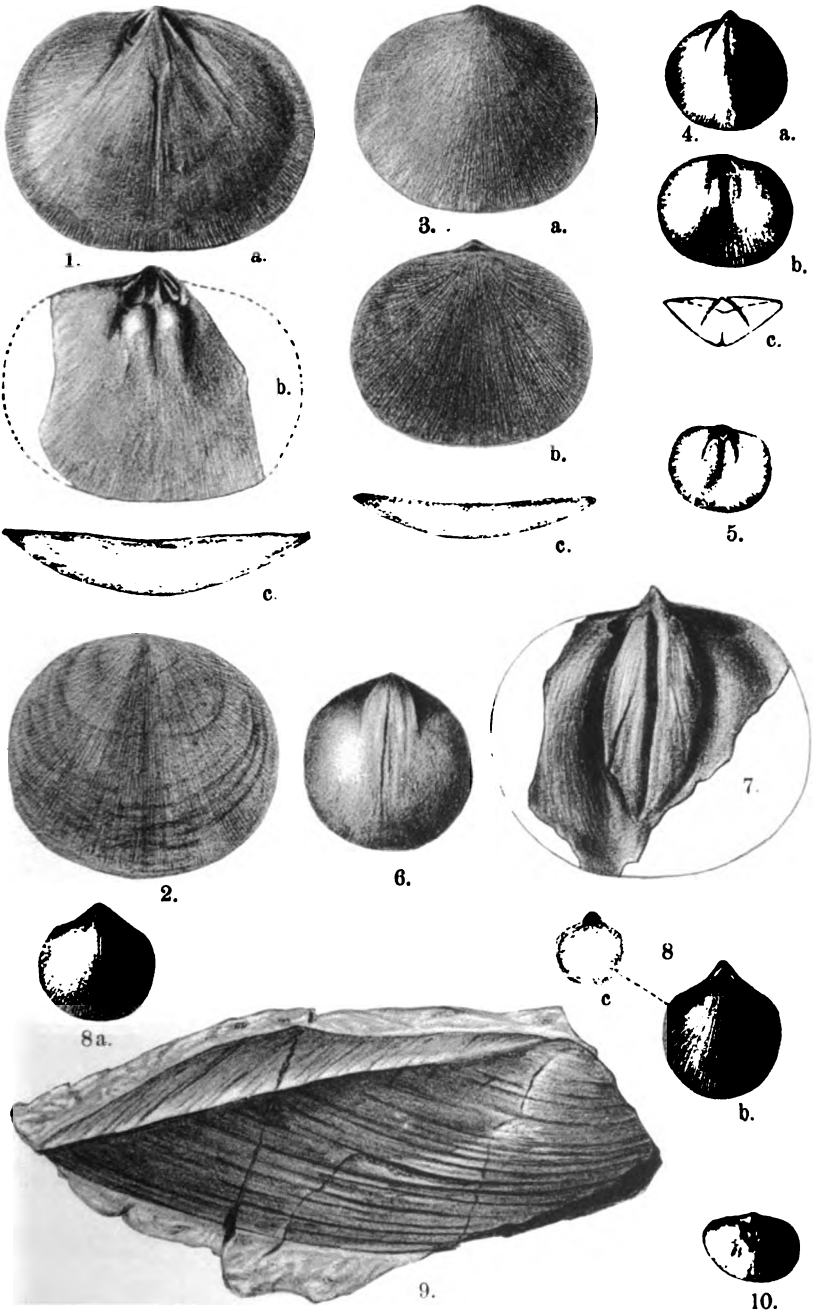
„ 8c. Natürliche Grösse.

„ 9. *Leptodomus* sp.; Altenvers H., Obercoblenz, p. 44.

„ 10. ? Steinkern zu *Retzia?* sp. aff. *Oliviani* de V. sp.?; Rossbach, Obercoblenz, p. 57.

Mit Ausnahme von Fig. 5 befinden sich die Originale zu sämmtlichen Stücken im Marburger Museum.

Digitized by Google



Doerbecker u. Brücher gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Digitized by Google

Digitized by Google

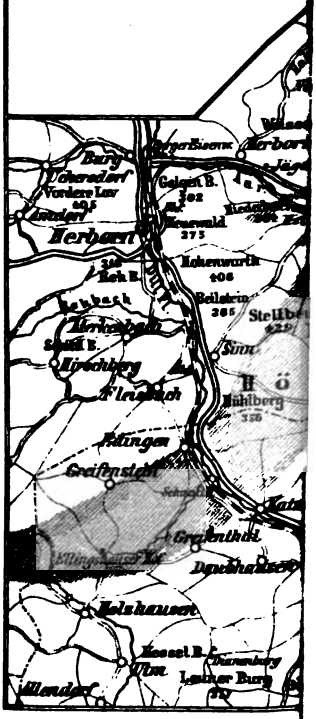
Uebers
über die Verbreit
zwischen Mar

Unt

Silu

Maassstab 1 : 2

Anm.: Die Verbreitung des
Lahn und Salzböde, fern
Rolshausen und der Aar k
angedeutet werden, da di
nahmen in diesen Gegen
noch nicht abgeschlossen
sind.



Nach d
tragungen Kay
eigenen Festste
(2. Aufl., Giess

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fr. Heineck phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

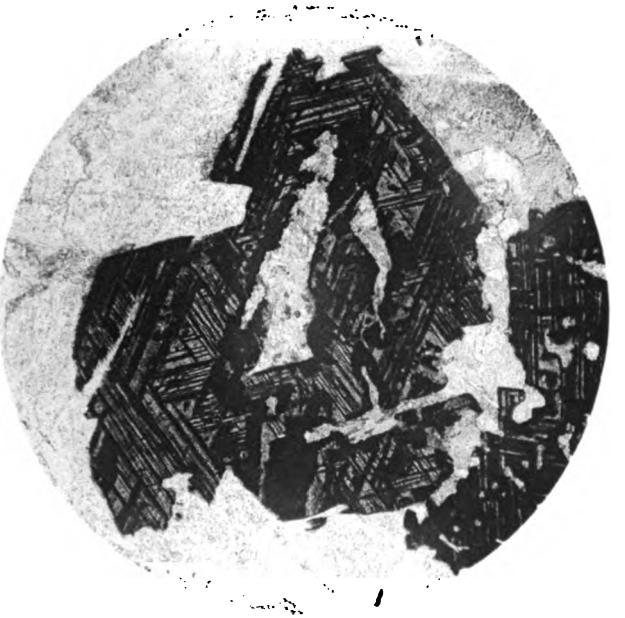
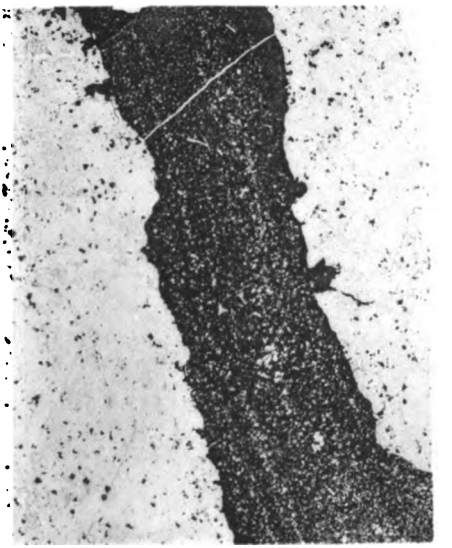


Fig. 2.

Fig. 3.



Fr. Heineck phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Digitized by Google

Digitized by Google

Fr. Heineck phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

Fr. Heineck phot.

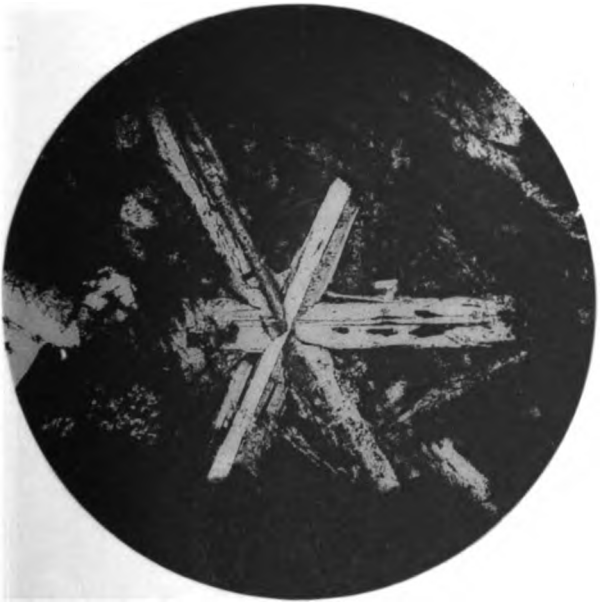
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.



Fr. Heineck phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

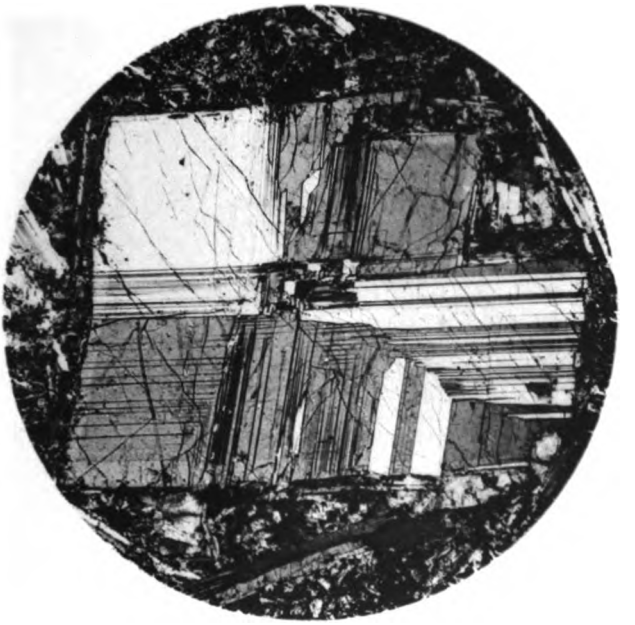
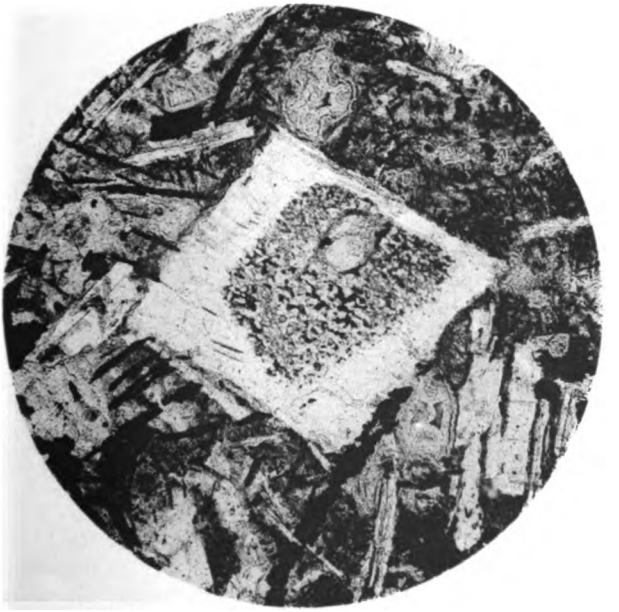


Fig. 2.



Fr. Heineck phot.

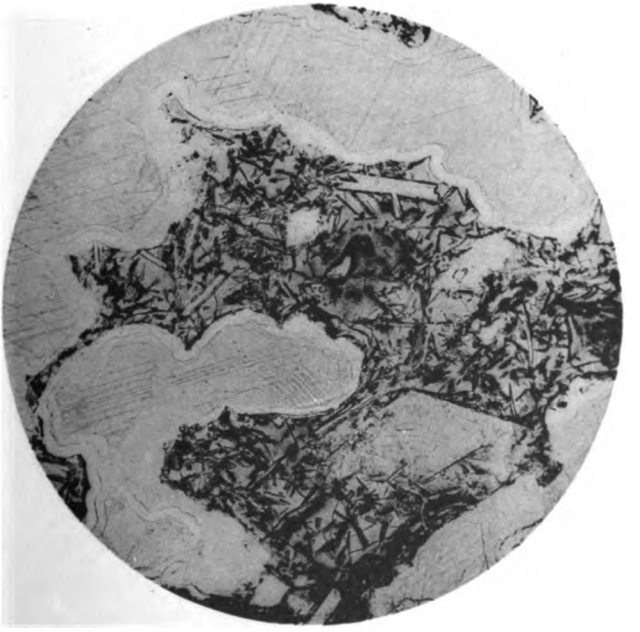
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.



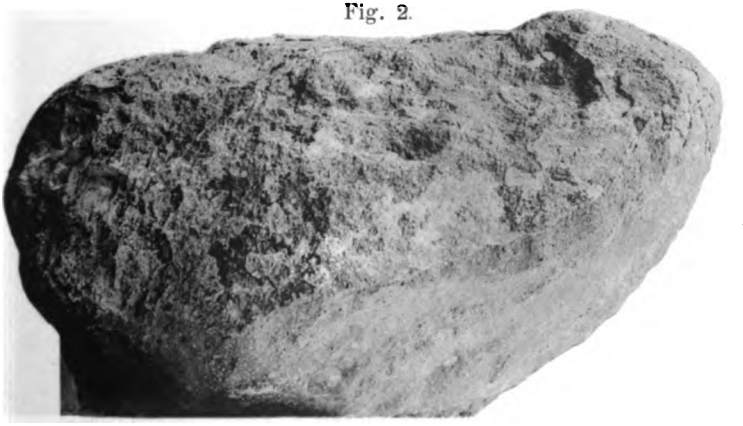
Fr. Heineck phot. Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1.

Fig. 2.

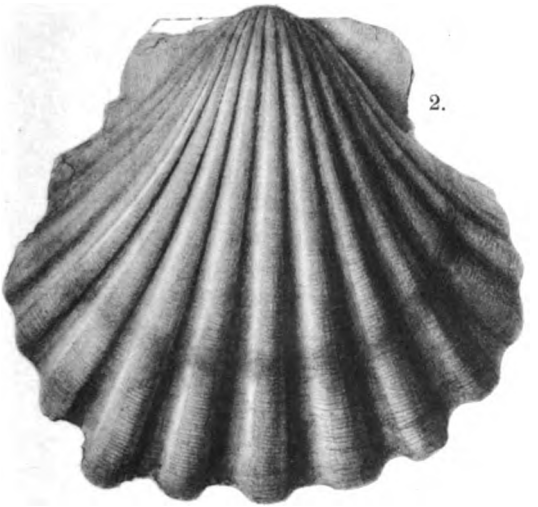


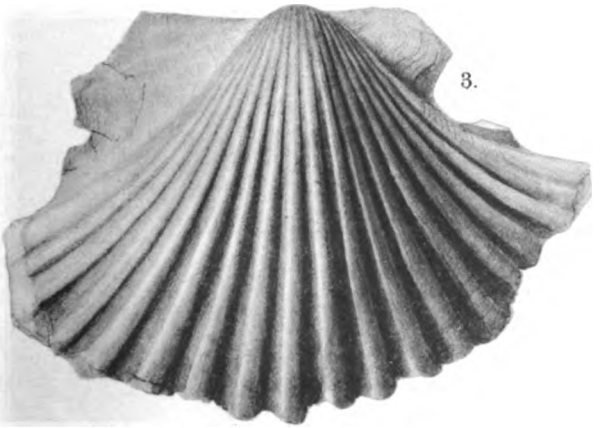
Fr. Heineck phot.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

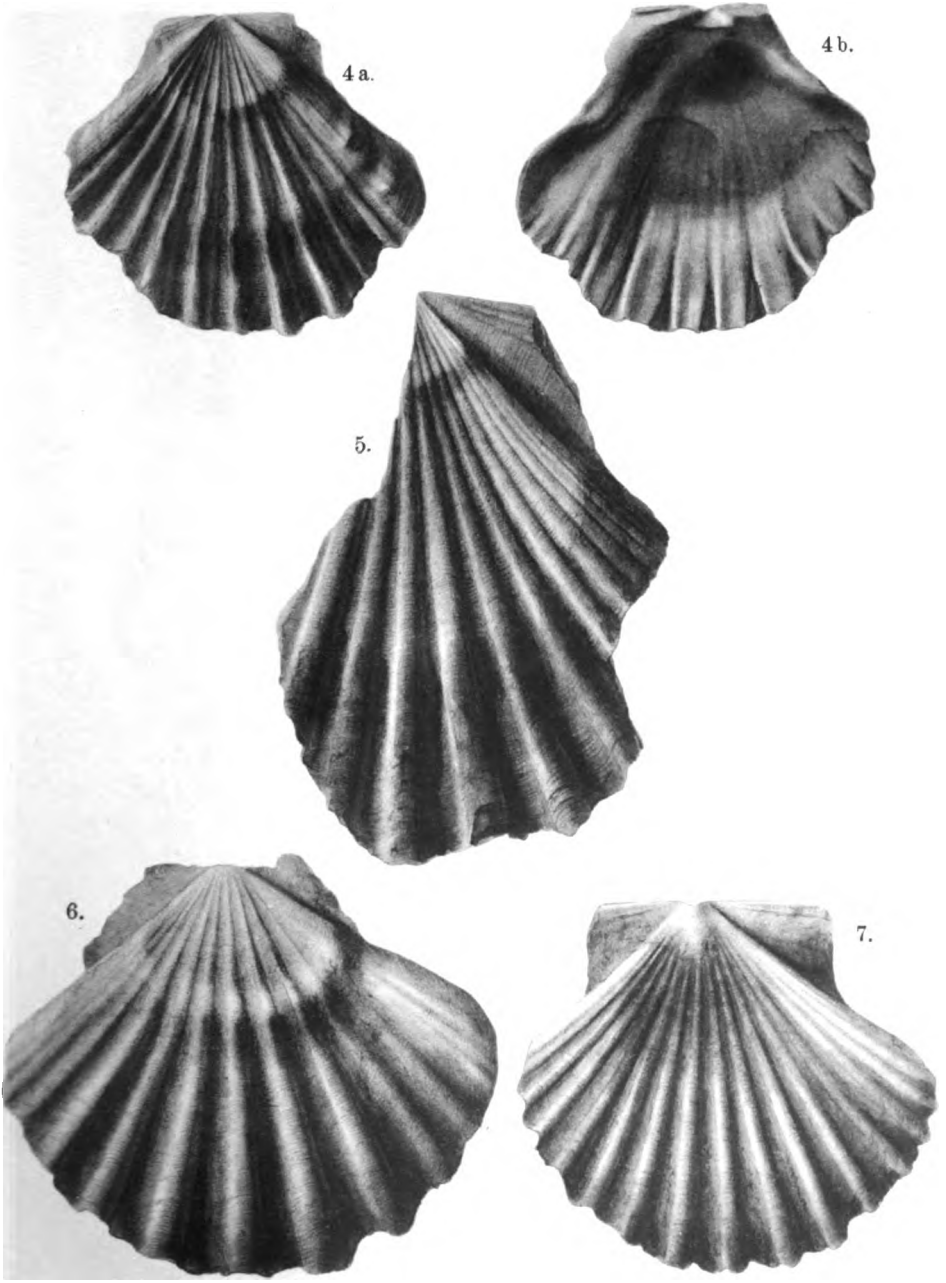




Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google



Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Optische Studien am Antimonglanz.

Von

Erich C. Müller in Göttingen.

Mit 23 Textfiguren.

Die vorliegende Abhandlung stellt sich im Wesentlichen die Aufgabe, über eine experimentelle Untersuchung der optischen Symmetrie des Antimonglanzes, sowie der Dispersion und Absorption des Lichtes in diesem Mineral Bericht zu erstatten. Der Antimonglanz krystallisirt rhombisch-holoëdrisch, er zeigt metallisches Aussehen und für alle Farben, mit Ausnahme des Roth, metallische Absorption; für rothes Licht ist er in sehr dünnen Blättchen ein wenig durchscheinend. Die Untersuchung konnte daher nur in der Weise stattfinden, dass das elliptisch polarisirte Licht, welches aus geradlinig polarisirtem durch Reflexion an einer natürlichen Spaltfläche hervorgeht, der Analyse unterworfen wurde. Zu diesem Zwecke ist nur eine einzige Spaltfläche geeignet, nämlich die nach {010} und auch diese bietet noch besondere Schwierigkeiten dar, weil sie sich in sehr kurzer Zeit mit einer Oberflächenschicht bedeckt, deren Eigenschaften andere sind als diejenigen des Antimonglanzes.

I. Historische Einleitung.

§ 1. Untersuchungen H. de Senarmont's über die Lichtreflexion am Antimonglanz.

a) Die ersten Beobachtungen über das optische Verhalten des Antimonglanzes verdanken wir H. de Senarmont [1].

[1] H. de Senarmont, Sur la réflexion et la double réfraction de la lumière par les cristaux doués de l'opacité métallique. Ann. chim. phys. (3.) **20**. 397. 1847; Pogg. Ann. Erg.-Bd. **2**. 513. 1848.

Digitized by Google

Sie fallen in eine Zeit, in welcher die Theorie der Reflexion an durchsichtigen, amorphen und krystallinischen Medien, sowie die Theorie der Metallreflexion von A. Fresnel, J. Mac Cullagh und F. E. Neumann bereits entwickelt und z. Th. experimentell bestätigt war. Dagegen waren noch gänzlich unbekannt die Erscheinungen, welche bei Reflexion des Lichtes an der ebenen Grenzfläche eines metallisch absorbirenden krystallinischen Mediums auftreten. Diese Lücke wollte Senarmont ausfüllen. Er bediente sich zu seinen Untersuchungen des Antimonglanzes, der für den vorliegenden Zweck ganz besonders geeignet war, weil er bei metallischer Absorption hinreichend grosse und ebene Spaltflächen liefert, welche bequem als reflectirende Spiegel benutzt werden können.

Es gelang Senarmont, zu zeigen, dass das geradlinig polarisirte Licht, welches auf die Spaltfläche eines Antimonglanzkrystalles trifft, in elliptisch polarisirtes verwandelt wird, in ähnlicher Weise wie bei der gewöhnlichen Metallreflexion. Ein Unterschied macht sich erst dann bemerkbar, wenn man die reflectirende Spaltfläche in ihrer Ebene dreht. Dann erleidet unter sonst gleichen Umständen die Ellipticität des reflectirten Lichtes eine stetige Änderung. Diese Erscheinung tritt bei isotropen Metallen nicht auf, wohl aber findet sich Ähnliches bei durchsichtigen doppelbrechenden Krystallen, auch dort ändert sich der Zustand des reflectirten, geradlinig polarisirten Lichtes bei Drehung der spiegelnden Krystallfläche in ihrer Ebene.

Diese Beobachtungen führten Senarmont zu dem Schlusse, dass das in den Antimonglanz eindringende Licht eine Doppelbrechung erleidet. Da nämlich der Antimonglanz neben den optischen Eigenschaften isotroper metallischer Substanzen andere besitzt, die sonst nur in Begleitung von Doppelbrechung auftreten, so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass er ebenfalls mit dem Vermögen der Doppelbrechung ausgestattet ist.

b) Der Beweis für die Doppelbrechung des Antimonglanzes ist der Kernpunkt der Senarmont'schen Abhandlung. Er beruht ganz auf qualitativen Schlüssen. Nichtsdestoweniger war das Verfahren, das Senarmont für seinen Zweck ersonnen hatte, auch zu quantitativen Be-

Digitized by Google

stimmungen verwendbar, freilich nur bei Beleuchtung mit einfarbigem Lichte. Es ist ebenso einfach wie interessant: Ein Bündel geradlinig polarisirten einfarbigen Lichtes fällt durch ein Diaphragma senkrecht auf eine Soleil'sche Quarz-

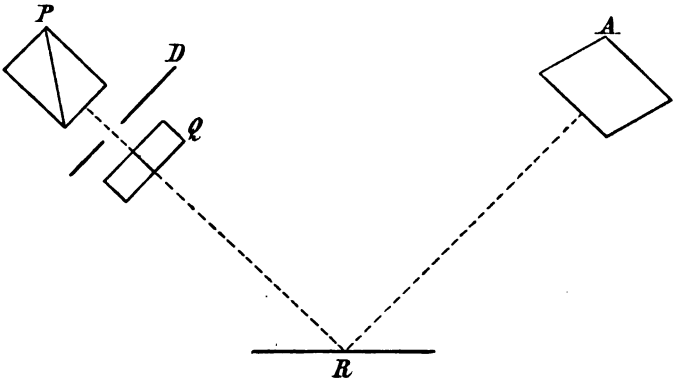


Fig. 1. Versuchsanordnung Senarmont's. *P* polarisirender Nicol, *D* Diaphragma, *Q* Quarzdoppelplatte, *R* reflectirende Fläche, *A* analysirender Kalkspath.

doppelplatte und nach Austritt aus derselben auf die reflectirende Krystallfläche, deren Symmetrielinien parallel und senkrecht zur Einfallsebene liegen. Das reflectirte Licht, von einem gewöhnlichen Kalkspathrhomboëder senkrecht aufgefangen, liefert zwei Bilder, ein ordentliches und ein ausserordentliches. Jedes derselben ist wieder in zwei verschieden helle Hälften getheilt, deren Intensität mit der Lage des Kalkspath-Hauptschnittes gegen die Einfallsebene wechselt. Insbesondere lassen sich stets zwei Stellungen des Kalkspathes auffinden, in welchen beide Hälften des einen, etwa des ordentlichen Bildes, von gleicher Intensität sind. Diese beiden Stellungen können zur Ermittelung von Phasendifferenz und Amplitudenverhältniss der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene im reflectirten Lichte benutzt werden.

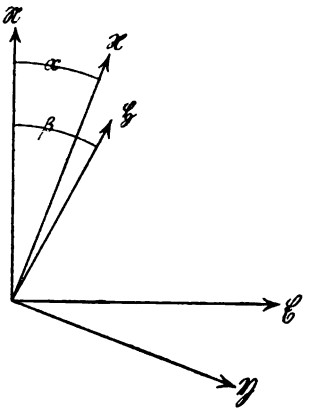


Fig. 2. Zur Erläuterung der Senarmont'schen Versuchsanordnung.

Digitized by Google

Die Einzelheiten der Erscheinung lässt folgende Rechnung übersehen.

Es bezeichnet:

α den Winkel der Polarisationsrichtung $\mathfrak{X}$ der einfallenden Welle gegen die Normale $\mathfrak{N}$ der Einfallsebene $\mathfrak{E}$,

Θ die Phasendifferenz der aus der Quarzplatte austretenden, entgegengesetzt circularpolarisirten Wellen,

h den numerischen Schwächungscoëfficienten der Schwingung n normal zur Einfallsebene $\mathfrak{E}$,

k den numerischen Schwächungscoëfficienten der Schwingung p parallel zur Einfallsebene $\mathfrak{E}$,

φ die Phasendifferenz der beiden Schwingungen p und n nach der Reflexion an der Krystallfläche,

β den Winkel zwischen dem Hauptschnitte $\mathfrak{H}$ des analysirenden Kalkspathes und der Normalen $\mathfrak{N}$ zur Einfallsebene.

Wir betrachten zunächst nur denjenigen Theil des Lichtbündels, der die eine Hälfte der Quarzdoppelplatte passirt. Es ist dann zweckmässig, die ursprüngliche lineare Schwingung darzustellen durch:

$$x = 2 \cos T \qquad // \mathfrak{X},$$

worin $T = 2\pi t/\tau$ gesetzt ist und t die Zeit, τ die Schwingungsdauer bedeutet. Ihre Zerlegung in zwei circularpolarisirte Schwingungen liefert folgende Componenten nach dem rechtwinkeligen Coordinatensystem $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$:

$$\begin{array}{llll} \curvearrowright & x_1 = \cos T, & x_2 = \cos T, & \curvearrowleft \; // \mathfrak{X} \\ & y_1 = \sin T, & y_2 = -\sin T. & \curvearrowright \; // \mathfrak{Y} \end{array}$$

Der Schwingungszustand an der Austrittsfläche der Quarzplatte wird also beschrieben durch:

$$\begin{array}{llll} \curvearrowright & x_1 = \cos T, & x_2 = \cos (T - \Theta) & \curvearrowleft \; // \mathfrak{X} \\ & y_1 = \sin T, & y_2 = -\sin (T - \Theta). & \curvearrowright \; // \mathfrak{Y} \end{array}$$

Diese Schwingung zerlegen wir in Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene. Es wird:

$$p = 2 \sin \left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos \left(T - \frac{\Theta}{2}\right) \qquad // \mathfrak{E}$$

$$n = 2 \cos \left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos \left(T - \frac{\Theta}{2}\right) \qquad // \mathfrak{N}$$

Durch die Reflexion an der Krystallfläche verwandeln sich diese Componenten in:

Digitized by Google

$$\mathfrak{p} = 2\,\mathfrak{k} \sin\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\left(\mathfrak{T} - \frac{\Theta}{2} - \varphi\right) \qquad /\!/\ \mathfrak{E}$$

$$\mathfrak{n} = 2\,\mathfrak{h} \cos\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\left(\mathfrak{T} - \frac{\Theta}{2}\right) \qquad /\!/\ \mathfrak{N}$$

Für unseren Zweck genügt es, den Schwingungszustand in dem ordentlichen Bilde des analysirenden Kalkspathes zu betrachten. Er wird dargestellt durch:

$$\mathfrak{h} = 2\,\mathfrak{h} \cos\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\left(\mathfrak{T} - \frac{\Theta}{2}\right) \cos\beta + 2\,\mathfrak{k} \sin\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\left(\mathfrak{T} - \frac{\Theta}{2} - \varphi\right) \sin\beta.$$

Die Intensität des ordentlichen Bildes ist demnach proportional mit:

$$4\,\mathfrak{h}^2 \cos^2\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos^2\beta + 4\,\mathfrak{k}^2 \sin^2\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \sin^2\beta$$
$$+ 8\,\mathfrak{h}\,\mathfrak{k} \sin\beta \cos\beta \sin\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\left(\alpha + \frac{\Theta}{2}\right) \cos\varphi.$$

Setzen wir zur Abkürzung:

$$\mathfrak{h} \cos\beta = \mathfrak{Q}' \sin\sigma', \quad \mathfrak{k} \sin\beta = -\mathfrak{Q}' \cos\sigma',$$

so dass:

$$\mathfrak{Q}' = \sqrt{\mathfrak{h}^2 \cos^2\beta + \mathfrak{k}^2 \sin^2\beta}$$

und:

$$\operatorname{cotg}\sigma' = -\frac{\mathfrak{k}}{\mathfrak{h}} \operatorname{tang}\beta$$

ist, dann erhalten wir als Ausdruck für die Intensität J nach einigen einfachen Reductionen:

$$J = 2(\mathfrak{h}^2 \cos^2\beta + \mathfrak{k}^2 \sin^2\beta)$$
$$\left\{\begin{array}{l} 1 - \cos\Theta\,[\cos 2\sigma' \cos 2\alpha + \sin 2\sigma' \sin 2\alpha \cos\varphi] \\ + \sin\Theta\,[\cos 2\sigma' \sin 2\alpha - \sin 2\sigma' \cos 2\alpha \cos\varphi] \end{array}\right\}$$

Dieser Ausdruck gilt, da wir bisher nur die eine Hälfte der Quarzplatte in Rechnung gezogen haben, auch nur für die eine Hälfte des ordentlichen Bildes. Die Intensität der anderen Bildhälfte ergiebt sich, indem wir Θ durch $-\Theta$ ersetzen. Die Function, welche die Intensität der anderen Hälfte des ordentlichen Bildes darstellt, unterscheidet sich demnach von der obenstehenden allein durch das Vorzeichen von $\sin\Theta$; daraus ergiebt sich als nothwendige und hinreichende Bedingung für die Gleichheit der beiden Hälften des ordentlichen Bildes:

$$\cos 2\sigma' \sin 2\alpha - \sin 2\sigma' \cos 2\alpha \cos\varphi = 0$$

also:

$$\operatorname{tang} 2\alpha = \operatorname{tang} 2\sigma' \cos\varphi. \qquad (1)$$

Digitized by Google

Die Werthe σ', welche diese Relation bei gegebenem α und φ erfüllen, unterscheiden sich von einander um $\pi/2$. Es sei σ_1 der kleinste dieser Werthe und $\sigma_2 = \frac{\pi}{2} + \sigma_1$, so erhalten wir infolge der Beziehung:

$$\text{tang } \beta = -\frac{h}{k} \text{ cotg } \sigma'$$

zu jedem Werthsystem σ_1, σ_2 zwei Werthe β_1 und β_2, die gegeben sind durch:

$$\text{tang } \beta_1 = -\frac{h}{k} \text{ cotg } \sigma_1$$

$$\text{tang } \beta_2 = \frac{h}{k} \text{ tang } \sigma_1$$

Das heisst: Es lassen sich für jeden Werth von α, φ und h/k stets zwei Werthe β_1 und β_2 auffinden, in welchen die beiden Hälften des ordentlichen Bildes gleiche Intensität zeigen.

Diese beiden Werthe β_1 und β_2 genügen der Relation:

$$\frac{h^2}{k^2} = -\text{tang } \beta_1 \text{ tang } \beta_2$$

und führen so zur Berechnung von h/k aus den Beobachtungen.

Weiter folgt aus:

$$\text{tang } \sigma_1 = \frac{k}{h} \text{ tang } \beta_2$$

$$\text{tang } 2\sigma_1 = \frac{2\frac{k}{h} \text{ tang } \beta_2}{1 - \frac{k^2}{h^2} \text{ tang}^2 \beta_2}$$

und, indem man hierin k/h durch seinen vorher berechneten Werth ersetzt:

$$\text{tang } 2\sigma_1 = \frac{\sqrt{-\sin 2\beta_1 \sin 2\beta_2}}{\sin(\beta_1 + \beta_2)}.$$

Mithin ergiebt sich unter Benutzung der Relation (1):

$$\cos \varphi = \frac{\text{tang } 2\alpha \sin(\beta_1 + \beta_2)}{\sqrt{-\sin 2\beta_1 \sin 2\beta_2}}.$$

In dieser Weise berechnet sich auch die Phasendifferenz φ aus den Beobachtungen.

Die von H. de Senarmont vorgeschlagene Methode ermöglicht es also, aus drei Ablesungen, nämlich der Stellung des Polarisators und den beiden Stellungen des Analysators, welche gleiche Helligkeit

Digitized by Google

in den Hälften des ordentlichen Bildes bewirken, das Verhältniss h/k der Schwächungscoëfficienten und die Phasendifferenz φ der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene zu bestimmen.

c) Geschieht die Beleuchtung mit einfarbigem Licht, so beruht also die Messung im Wesentlichen auf der Intensitätsvergleichung zweier Felder.

Die Unsicherheit der Einstellung, welche ein solches Verfahren mit sich bringt, veranlasste SENARMONT, auf Messungen mit einfarbigem Lichte überhaupt zu verzichten und sich mit den Resultaten zu begnügen, welche die Beleuchtung mit weissem Lichte zu liefern im Stande ist. Bei dieser Abänderung der Versuchsanordnung erscheinen die beiden Hälften des ordentlichen und des ausserordentlichen Bildes im Allgemeinen in verschiedener Färbung und es lassen sich bei nicht zu grossen Einfallswinkeln leicht zwei Azimuthe des Analysators auffinden, in denen die Färbung beider Hälften eines Bildes gleich ist. Derartige Einstellungen auf gleiche Färbung der Bildhälften hat SENARMONT zur Ermittelung von h/k für eine Reihe von Einfallswinkeln benutzt und er vermuthet, dass die erhaltenen Werthe gute Durchschnittszahlen seien. Inwieweit diese Vermuthung richtig ist, wird weiter unten (p. 248) mitgetheilt werden.

Abgesehen von der Unsicherheit der Einstellung hat aber die SENARMONT'sche Methode noch den weiteren Übelstand, dass sie den Beobachtungsfehlern einen beträchtlichen Einfluss auf das Resultat gewährt. Der relative Fehler von h/k ergiebt sich nämlich zu:

$$\frac{\mathrm{d}\,\frac{h}{k}}{\frac{h}{k}} = \frac{\mathrm{d}\,\beta_1}{\sin\beta_1\cos\beta_1} + \frac{\mathrm{d}\,\beta_2}{\sin\beta_2\cos\beta_2},$$

die Coëfficienten von $\mathrm{d}\,\beta_1$ und $\mathrm{d}\,\beta_2$ können also recht gross werden.

Ähnlich kann der relative Fehler von $\cos\varphi$:

$$\frac{\mathrm{d}\cos\varphi}{\cos\varphi} = (\mathrm{cotg}\,[\beta_1+\beta_2] - \mathrm{cotg}\,2\beta_1)\,\mathrm{d}\,\beta_1 + (\mathrm{cotg}\,[\beta_1+\beta_2] - \mathrm{cotg}\,2\beta_2)\,\mathrm{d}\,\beta_2$$

ausserordentlich bedeutend werden.

Aus diesem Grunde hat auch SENARMONT die Ermittelung von φ unterlassen.

Digitized by Google

§ 2. Drude's Beobachtungen am Antimonglanz.

Etwa vierzig Jahre später wurden aufs Neue Beobachtungen über die Lichtreflexion am Antimonglanz von P. Drude[1] unternommen. Dieser hatte einige Zeit vorher aus der Voigt'schen Lichttheorie eine Theorie der Lichtbewegung in absorbirenden anisotropen Krystallen hergeleitet[2] und benutzte nun den Antimonglanz dazu, sie zu prüfen.

a) Bei seiner Versuchsanordnung diente als Lichtquelle eine Sodaperle im Knallgasgebläse. Durch eine kreisrunde Öffnung von etwa 1 mm Durchmesser trat das Licht in das Collimatorrohr eines Spectrometers, und, nachdem es durch den Polarisator, der sich hinter der Collimatorlinse befand, geradlinig polarisirt war, fiel es auf die Krystallfläche. Die reflectirte, elliptisch polarisirte Welle traf senkrecht auf einen Soleil'schen Compensator und gelangte nach Durchschreiten desselben in das auf Unendlich eingestellte Fernrohr des Spectrometers. Die Drehung der Krystallplatte in ihrer Ebene wurde dadurch ermöglicht, dass dieselbe auf dem Drehapparat eines Liebisch'schen Totalreflectometers befestigt war.

Die Messungen geschahen nun in der Weise, dass durch den Compensator die Phasendifferenz der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene aufgehoben und alsdann das Azimuth der wiederhergestellten geradlinigen Polarisation durch die Einstellung des Analysators auf Dunkelheit bestimmt wurde.

So ermittelte Drude Phasendifferenz Δ und Amplitudenverhältniss tang ψ für 19 verschiedene Einfallswinkel in denjenigen beiden Lagen der Spaltfläche, in denen die krystallographische Verticalaxe senkrecht oder parallel zur Einfallsebene lag (erste und zweite Hauptlage). Diese Beobachtungen lieferten die nöthigen Daten zur Berechnung der Brechungsindices n_1, n_2 und der Absorptionsindices $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ der beiden in der Richtung der Normale

---

[1] P. Drude, Beobachtungen über die Reflexion des Lichtes am Antimonglanz. Wied. Ann. **34**. 489. 1888.

[2] P. Drude, Über die Gesetze der Reflexion und Brechung des Lichtes an der Grenze absorbirender Krystalle. Wied. Ann. **32**. 584. 1887.

Digitized by Google

der Spaltfläche sich im Krystall fortpflanzenden Wellen. In erster Annäherung ergab sich:

$$n_1 = 5{,}17, \qquad n_2 = 4{,}49,$$
$$\varkappa_1 = 0{,}143, \qquad \varkappa_2 = 0{,}177.$$

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle genauer darauf einzugehen, in welcher Weise auf Grund der Beobachtungen eine Prüfung der Theorie vorgenommen wurde. Es ist nur hervorzuheben, dass DRUDE seine theoretischen Folgerungen auf das Beste durch die Erfahrung bestätigt fand.

b) Bei Gelegenheit dieser Versuche zeigte sich, dass die Beobachtungsfläche mit der Zeit ihre optische Natur ändert, indem sie sich mit einer Oberflächenschicht bedeckt. Setzt man fest, dass die Phasendifferenz der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene bei streifendem Einfall Null ist, so lässt sich der Einfluss dieser Oberflächenschicht in folgender Weise charakterisiren:

Infolge der Oberflächenschicht nimmt die relative Verzögerung ab für Einfallswinkel, die kleiner als der Haupteinfallswinkel sind, für grössere Einfallswinkel wächst sie.

Demgegenüber wächst das Amplitudenverhältniss etwas für Einfallswinkel, die dem Haupteinfallswinkel benachbart sind.

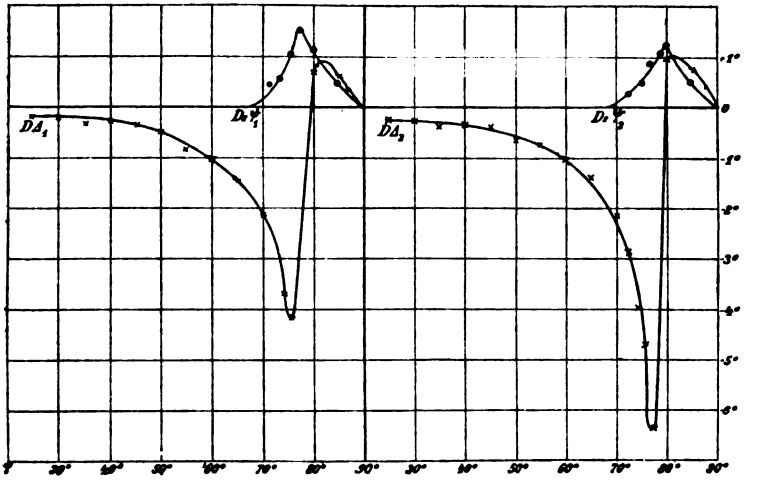


Fig. 3a. Antimonglanz. Änderung der Phasendifferenz Δ und des Winkels ψ als Functionen des Einfallswinkels φ in der ersten und zweiten Hauptlage infolge der Bildung einer Oberflächenschicht nach DRUDE.

Digitized by Google

Diese Resultate werden veranschaulicht durch vorstehende Figur.

Hierin sind als Abscissen die Einfallswinkel aufgetragen, als Ordinaten die Differenzen der nach Verlauf von 18 Tagen erhaltenen Werthe von Δ und ψ gegen die Anfangswerthe.

Die Veränderung der Oberfläche schien sich zunächst sehr schnell bis etwa zwei Stunden nach der Spaltung, sodann langsamer zu vollziehen. DRUDE illustrirt dies ebenfalls durch Figuren.

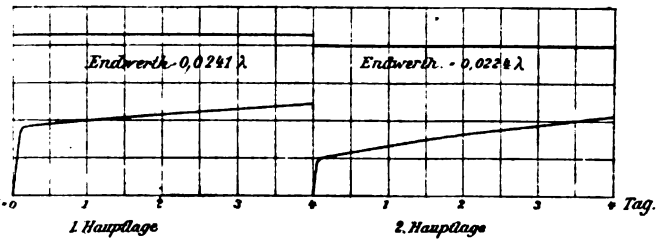


Fig. 3b. Antimonglanz. Die zeitliche Änderung der relativen Verzögerung in beiden Hauptlagen infolge der Bildung einer Oberflächenschicht für den Einfallswinkel $\varphi = 70^0$ nach DRUDE.

In diesen sind als Abscissen die seit der Spaltung verflossenen Tage, als Ordinaten die Differenzen der beobachteten Werthe der relativen Verzögerung gegen den Anfangswerth für den Einfallswinkel 70^0 aufgetragen. Der erreichte Endwerth ist durch eine horizontale Gerade repräsentirt.

c) Die Untersuchungen DRUDE's führten ihn noch zu einem anderen, recht überraschenden Resultat. Indem er nämlich die Spaltfläche in ihrer Ebene drehte und so in verschiedenen Azimuthen der Einfallsebene gegen die krystallographische Verticalaxe beobachtete, glaubte er zu bemerken, dass die optischen Symmetrielinien der untersuchten Fläche nicht mit ihren krystallographischen Symmetrielinien (d. h. der Prismenkante und der dazu senkrechten Richtung) zusammenfielen, sondern einen Winkel von 8—10^0 gegen dieselben bildeten, der Schwankungen an verschiedenen Stellen des Krystalls unterworfen war. Es wird später (p. 215) ausführlich auf die Erscheinung einzugehen sein, welche DRUDE zu dieser Folgerung veranlasste.

Digitized by Google

II. Der Glimmercompensator.

Zu meinen Untersuchungen des vom Antimonglanz reflectirten Lichtes habe ich einen Glimmercompensator des Göttinger mineralogischen Instituts benutzt. Eine ausführliche Theorie dieses Instrumentes ist von G. Horn[1] gegeben worden; es ist indessen zum Verständniss des Folgenden nöthig, das Wesentliche, namentlich die geometrischen Beziehungen, noch einmal hervorzuheben, zumal sich hierbei Gelegenheit zu einigen Ergänzungen bietet.

§ 1. Definitionen. Eigenschaften der Componenten einer elliptischen Schwingung.

Gegeben sei eine ebene, homogene, elliptisch polarisirte Welle einfarbigen Lichtes. Wir bezeichnen sie als rechts oder links elliptisch polarisirt, je nachdem die Vectorschwingung für den Beobachter, welcher der Fortpflanzungsrichtung der Welle entgegenblickt, im Sinne des Uhrzeigers, oder im Gegensinne stattfindet (die betreffenden Figuren sind vom Standpunkte dieses Beobachters aus gezeichnet). Die grosse Axe der Ellipse werde K_1 genannt, die kleine Axe K_2, das Axenverhältniss K_2/K_1 bezeichnen wir mit tang J.

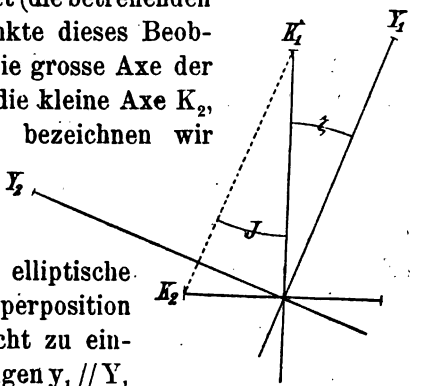


Fig. 4. Zerlegung einer elliptischen Schwingung mit den Hauptaxen $K_1 K_2$ in Componenten nach den Richtungen Y_1 und Y_2.

Ferner treffen wir die folgenden Festsetzungen:

1. Wir wollen jede elliptische Schwingung ansehen als Superposition zweier linearer und senkrecht zu einander polarisirter Schwingungen $y_1 // Y_1$ und $y_2 // Y_2$, die einen Gangunterschied von weniger als einer halben Wellenlänge besitzen.

2. Wir wollen die nach Y_2 schwingende Componente als die langsamere ansehen. Als Gangunterschied Γ der beiden Componenten bezeichnen wir

[1] G. Horn, Beiträge zur Kenntniss der Dispersion des Lichtes in absorbirenden Krystallen. Inaug.-Dissert. Göttingen 1898. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XII. 269. 1899.

Digitized by Google

demnach diejenige Strecke (in Wellenlängen), um welche die Y_1-Componente der Y_2-Componente vorausgeeilt ist.

3. Den Winkel, welchen die Richtung Y_1 beschreibt, wenn sie durch Drehung im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers auf dem kürzesten Wege in die Richtung von K_1 übergeführt wird, nennen wir ζ.

4. Denken wir uns den Gangunterschied Γ der beiden Componenten y_1 und y_2 irgendwie aufgehoben, indem wir der Y_1-Componente die Verzögerung Γ ertheilen, so erhalten wir eine geradlinige Vectorschwingung von der Richtung P. Wir bezeichnen dann mit η denjenigen Winkel, welchen die Richtung Y_1 beschreibt, wenn sie im entgegengesetzten Uhrzeigersinne gedreht wird, bis sie mit der Richtung P zusammenfällt.

Unter diesen Umständen bestehen zwischen den vier Grössen J, Γ, ζ und η folgende von einander unabhängige Relationen:

$$\text{I.} \quad \operatorname{tang} 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda} = \pm \frac{\operatorname{tang} 2J}{\sin 2\zeta}$$

$$\text{II.} \quad \cos 2\eta = \cos 2\zeta \cos 2J.$$

In I gilt das obere Vorzeichen für eine Linksellipse, das untere für eine Rechtsellipse[1].

Stellt man die Phasendifferenz:

$$\delta = \frac{2\pi\Gamma}{\lambda} = \operatorname{arc\,tang}\left(\pm \frac{\operatorname{tang} 2J}{\sin 2\zeta}\right)$$

graphisch dar als Functionen von ζ mit J als Parameter, so erhält man die in Fig. 5 dargestellten Curvenschaaren[2].

Die Phasendifferenz δ ist eine periodische Function von ζ mit der Periode π. Es kommt also nur auf das Curvenstück in dem Intervall $0 < \zeta < \pi$ an. Wir erhalten für die Linksellipse die ausgezogene, für die Rechtsellipse die gestrichelte Curve. Diese geht aus jener hervor durch Spiegelung an der Parallelen $\delta = \pi/2$ zur ζ-Axe. Es genügt somit, die Eigen-

[1] Die Relationen I und II und die Verwendung eines Glimmerblättchens, dessen Phasendifferenz zwischen bestimmten Grenzen liegt, zur Messung der Elemente einer elliptischen Schwingung wurden von J. Mac Cullagh schon 1843 angegeben. On the Laws of Metallic Reflexion, and on the Mode of making Experiments upon Elliptic Polarization. Proc. R. Irish Acad. 2. Collected Works. 1880. 238, 241.

[2] G. Horn, a. a. O. p. 280.

Digitized by Google

schaften der Linkscurve zu betrachten. Sie verläuft in ihren beiden durch die Senkrechte $\zeta = \pi/2$ getrennten Theilen symmetrisch zu den Ordinaten $\zeta = \pi/4$ resp. $\zeta = 3/4\pi$ und liegt stets zwischen den Parallelen $\delta_1 = 2J$ und $\delta_2 = \pi - 2J$. Demgemäss ist die Curve um so flacher, je grösser $2J$, d. h.

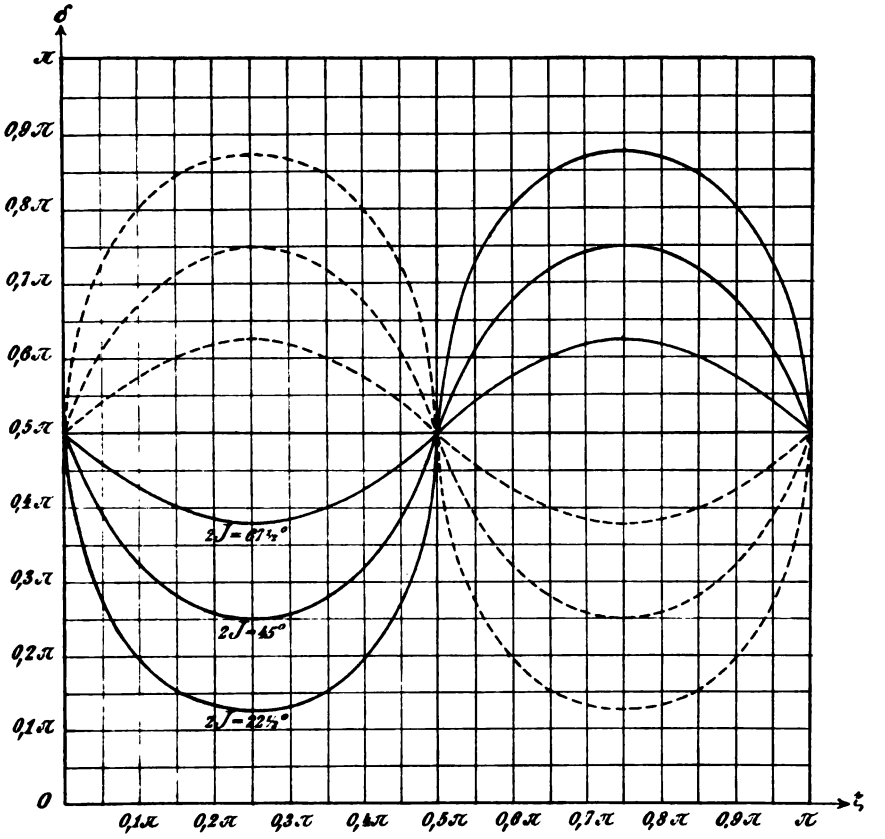


Fig. 5. Abhängigkeit der Phasendifferenz δ von dem Winkel ζ für verschiedene Werthe des Axenverhältnisses tang J.

je breiter die Ellipse und um so gewölbter, je schmäler die Ellipse. Ziehen wir eine Parallele $\delta = \Phi$ zur Abscissenaxe, welche die Curve der Linksellipse schneidet, so betragen die Abscissen ζ_1 und ζ_2 der beiden Schnittpunkte zusammen $\pi/2$ resp. $3/2\pi$, je nachdem Φ kleiner oder grösser als $\pi/2$ ist. Für die Rechtsellipse dagegen ergiebt sich $\zeta_1 + \zeta_2 = 3/2\pi$ resp. $\pi/2$, je nachdem Φ kleiner oder grösser als $\pi/2$ ist.

Digitized by Google

Das heisst: Wenn wir eine bestimmte Phasendifferenz Φ vorschreiben, die zwischen $2J$ und $\pi - 2J$ liegt, so können wir für jede elliptische Schwingung zwei Paare von Componenten $y_1^1 y_2^1$ und $y_1^2 y_2^2$ angeben, welche diese Phasendifferenz Φ besitzen. Die entsprechenden Winkel ζ_1 und ζ_2 genügen der Tabelle:

	$\Phi < \frac{\pi}{2}$	$\Phi > \frac{\pi}{2}$
Linksellipse	$\zeta_1 + \zeta_2 = 90^0$	$\zeta_1 + \zeta_2 = 270^0$
Rechtsellipse	$\zeta_1 + \zeta_2 = 270^0$	$\zeta_1 + \zeta_2 = 90^0$

Aus der Beziehung:

$$\cos 2\eta = \cos 2\zeta \cos 2J$$

folgt für die zu den ζ_1 und ζ_2 gehörigen Werthe von η_1 und η_2 die Relation:

$$\cos 2\eta_1 = -\cos 2\eta_2,$$

woraus sich ergiebt:

$$\eta_1 + \eta_2 = \frac{\pi}{2} \text{ und } \eta_1 + \eta_2 = \frac{3}{2}\pi.$$

Da sich nun leicht analytisch zeigen lässt, dass der Winkel η bei einer Linksellipse stets kleiner als 90^0, bei einer Rechtsellipse stets grösser als 90^0 ist, so gilt die erste Relation für eine Linksellipse, die zweite für eine Rechtsellipse.

§ 2. Benutzung dieser Eigenschaften beim Glimmercompensator.

Die soeben angeführten Eigenschaften einer elliptischen Lichtschwingung werden benutzt bei der Analyse elliptisch polarisirten Lichtes mittelst einer planparallelen und um ihre Normale drehbaren Glimmerplatte. Man lässt die zu untersuchende ebene Welle senkrecht auf den Glimmer fallen. Es seien die Polarisationsrichtungen der langsameren und schnelleren Welle im Glimmer mit H_2 und H_1 bezeichnet. Vorausgesetzt, dass die Phasendifferenz Φ der nach H_2 polarisirten Welle gegen die nach H_1 polarisirte im Glimmer die Bedingung erfüllt:

$$2J < \Phi < \pi - 2J,$$

Digitized by Google

lassen sich stets zwei Stellungen des Glimmers auffinden, in denen der durch ihn verursachte Gangunterschied denjenigen der nach H_2 und H_1 genommenen Componenten der elliptischen Schwingung gerade aufhebt. In diesen beiden Stellungen ist also das aus dem Glimmer austretende Licht geradlinig polarisirt und kann ausgelöscht werden mittelst eines Nicol'schen Prismas, welches sich hinter dem Glimmer befindet. Die Stellungen des Glimmers und Analysators werden an Theilkreisen abgelesen. In den beiden compensirenden Lagen fällt H_2 des Glimmers mit Y_1^1 bezw. Y_1^2 zusammen. Demgemäss sollen die beiden compensirenden Lagen von H_2 genannt werden: H_2^1 und H_2^2. Die mit A_1 resp. A_2 bezeichnete Polarisationsrichtung des Analysators steht in der Dunkelstellung senkrecht zu der Polarisationsrichtung P_1 resp. P_2 der den Glimmer verlassenden geradlinig polarisirten Welle.

Die verschiedenen Möglichkeiten in den Stellungen von Glimmer und Analysator bei der Compensation kann man übersehen, indem man von einer gegebenen Ellipse und einer gegebenen Phasendifferenz des Glimmers ausgeht und die zugehörigen Richtungen $H_2^1 H_2^2$, $P_1 P_2$, sowie A_1 und A_2 geometrisch construirt. Dabei ist daran zu erinnern, dass die Richtung P der wiederhergestellten geradlinigen Polarisation erhalten wird, indem man parallel den Richtungen Y_1 und Y_2 das der Ellipse umschriebene Tangentenrechteck construirt; eine der Diagonalen dieses Rechtecks ist die gesuchte Richtung P. Welche von den beiden Diagonalen die richtige ist, ergiebt sich aus dem Umlaufssinn der Ellipse.

Man findet auf die angedeutete Weise, dass die verschiedenen Möglichkeiten sich in vier typische Fälle zusammenfassen lassen. Die Figuren 6—9 geben diese Typen an.

Die systematische Analyse der elliptischen Schwingung geschieht in folgender Weise: Zunächst entscheidet sich aus der Stellung des Analysators, ob eine Rechtsellipse oder eine Linksellipse vorliegt nach folgender Regel, welche aus den Erörterungen des vorigen Paragraphen zu entnehmen ist:

Ist der Winkel, um welchen ich H_2 des Glimmers im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers drehen muss, damit H_2 mit A zusammenfalle, grösser als 90^0,

Digitized by Google

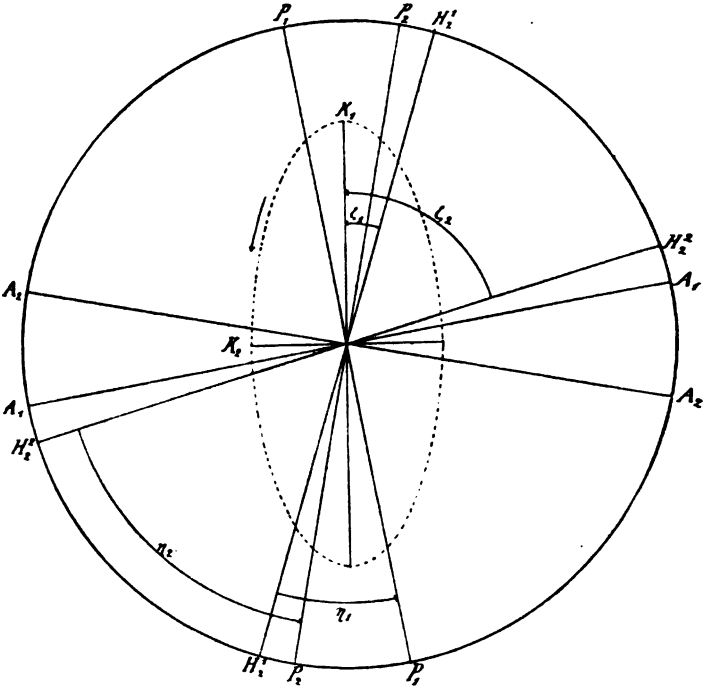


Fig. 6. Linkselliptse. Gangunterschied des Glimmers kleiner als $\frac{\lambda}{4}$.

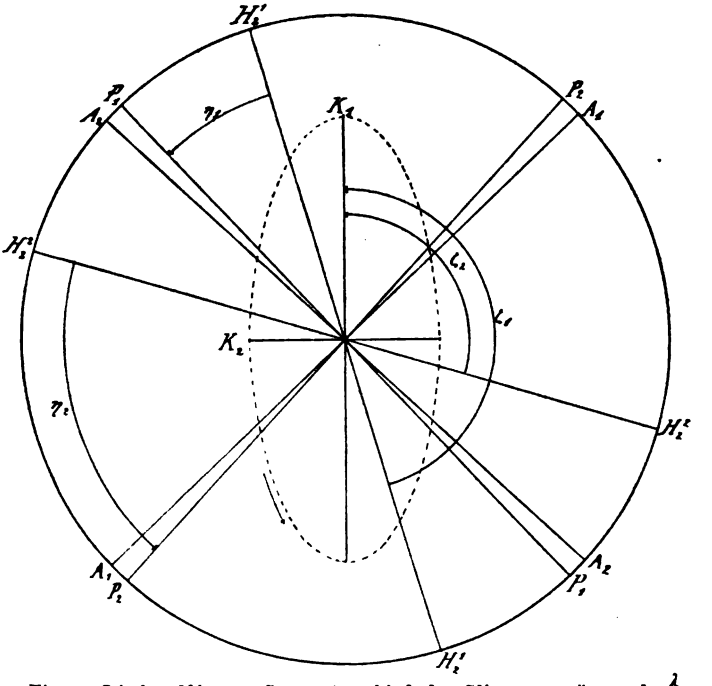


Fig. 7. Linkselliptse. Gangunterschied des Glimmers grösser als $\frac{\lambda}{4}$.

Digitized by Google

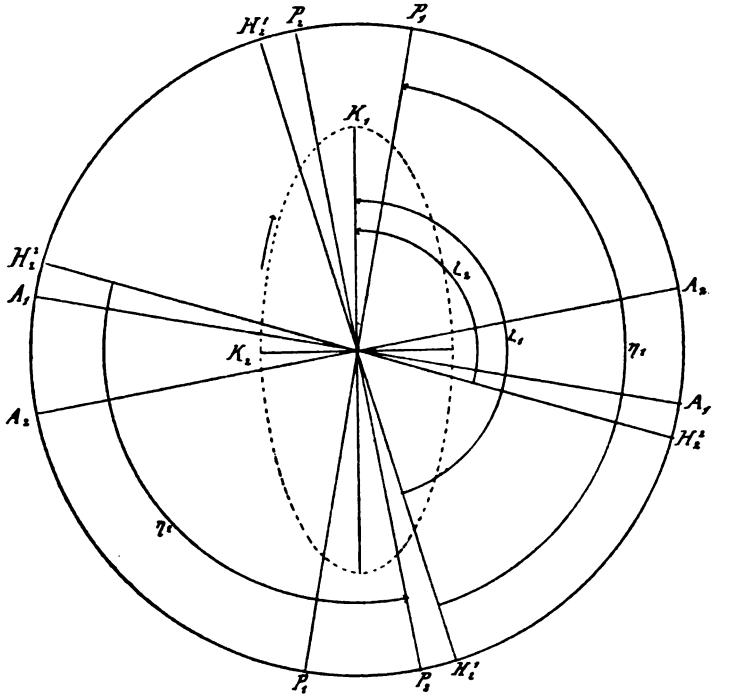


Fig. 8. Rechtsellipse. Gangunterschied des Glimmers kleiner als $\frac{\lambda}{4}$.

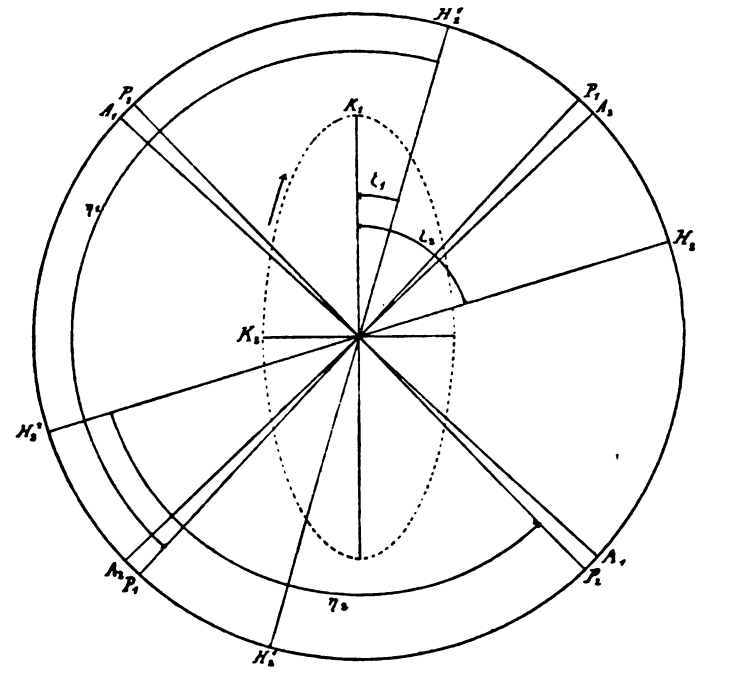


Fig. 9. Rechtsellipse. Gangunterschied des Glimmers grösser als $\frac{\lambda}{4}$.

Digitized by Google

so haben wir eine Linksellipse, sonst eine Rechtsellipse.

Sodann bestimmt man die Lage der Ellipse unter Benutzung der im vorigen Paragraphen aufgestellten Tabelle, indem man beachtet, ob der Glimmer für die angewandte Lichtart eine Phasendifferenz grösser oder kleiner als $\pi/2$ bewirkt. Aus der Tabelle ergiebt sich nämlich der Werth $\zeta_1 + \zeta_2$, aus den Ablesungen aber der Werth $\zeta_1 - \zeta_2$, denn $\zeta_1 - \zeta_2$ ist der spitze Winkel der beiden Richtungen H_2^1 und H_2^2. Aus beiden Gleichungen zusammen folgen die Werthe von ζ_1 und ζ_2.

Das Axenverhältniss der Ellipse ergiebt sich aus der Relation II zu:

$$\cos 2J = \frac{\sin(\eta_1 - \eta_2)}{\sin(\zeta_1 - \zeta_2)}.$$

Die Differenz $\eta_1 - \eta_2$ lässt sich leicht aus den Glimmerstellungen und Analysatorstellungen berechnen, wie aus den Fig. 6—9 deutlich wird.

Handelt es sich schliesslich darum, aus den Elementen der elliptischen Schwingung Phasendifferenz und Amplitudenverhältniss zweier bestimmter Componenten der elliptischen Schwingung etwa parallel und senkrecht zur Einfallsebene zu ermitteln, so finden die Formeln Anwendung:

$$1.\quad \operatorname{tang} \Delta = \pm \frac{\operatorname{tang} 2J}{\sin 2\Theta}$$

$$2.\quad \cos 2\psi = \cos 2J \cos 2\Theta,$$

wo Θ derjenige Winkel ist, um den ich die Projection der grossen Ellipsenaxe auf die Einfallsebene im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers drehen muss, um sie auf dem kürzesten Wege in die Richtung von K_1 überzuführen.

Wenn das einfallende Licht unter 45° zur Einfallsebene polarisirt ist, so beträgt bei senkrechtem Einfall der Winkel Θ 135°. Mit zunehmendem Einfallswinkel dreht sich die Ellipse im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers. Beim Haupteinfallswinkel fällt die grosse Axe in die Einfallsebene; bei streifendem Einfall beträgt der Winkel Θ 45°. Die in der angegebenen Weise bestimmte Phasendifferenz Δ würde also für eine linkselliptische Schwingung von senkrechtem bis zu streifendem Einfall von π bis 0 abnehmen, bei einer Rechtsellipse dagegen von 0 bis π zunehmen.

Digitized by Google

III. Einfluss der Beobachtungsfehler bei Anwendung des Glimmercompensators.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, wie aus den Ablesungen am Glimmer- und Analysatortheilkreis zunächst Lage und Axenverhältniss der Schwingungsellipse und aus diesen Elementen Phasendifferenz und Amplitudenverhältniss der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene zu bestimmen sind. Es soll jetzt der Einfluss ermittelt werden, den die unvermeidlichen Beobachtungsfehler bei diesem Verfahren auf die zu berechnenden Grössen ausüben.

Die Lage der Ellipse wird direct durch Addition und Subtraction aus den Ablesungen gefunden, der Fehler des Winkels Θ ist also von derselben Ordnung wie die bei den Ablesungen gemachten Fehler.

Anders steht es mit dem Axenverhältniss tang J. Der Winkel J berechnet sich aus der Relation:

$$\cos 2J = \frac{\sin(\eta_1 - \eta_2)}{\sin(\zeta_1 - \zeta_2)} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2},$$

wo φ_1 und φ_2 als Abkürzungen für $(\eta_1 - \eta_2)$ und für $(\zeta_1 - \zeta_2)$ gesetzt sind. Es ist also:

$$2J = \text{arc cos}\left(\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}\right).$$

Hieraus folgt:

$$\mathrm{d}\, 2J = \frac{\cos \varphi_1}{\sqrt{\sin^2 \varphi_2 - \sin^2 \varphi_1}} \mathrm{d}\, \varphi_1 - \frac{\sin \varphi_1 \operatorname{cotg} \varphi_2}{\sqrt{\sin^2 \varphi_2 - \sin^2 \varphi_1}} \mathrm{d}\, \varphi_2.$$

Indem wir in die Factoren von $\mathrm{d}\,\varphi_1$ und $\mathrm{d}\,\varphi_2$ an Stelle von φ_1 und φ_2 die Winkel J und $\delta = 2\pi\Gamma/\lambda$ einführen auf Grund der Beziehungen:

1. $\sin \varphi_1 = \cos 2J \sin \varphi_2$
2. $\text{tang}\, 2J = \text{tang}\, \delta \cos \varphi_2,$

erhalten wir:

$$\mathrm{d}\, 2J = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\cos^2 \delta}{\cos^2 2J}}} \mathrm{d}\, \varphi_1 + \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\cos^2 \delta} - \frac{1}{\cos^2 2J}}} \mathrm{d}\, \varphi_2.$$

Auf diese Weise sind die Factoren der Fehler $\mathrm{d}\,\varphi_1$ und $\mathrm{d}\,\varphi_2$ als Functionen der Phasendifferenz δ im Glimmer und des Winkels J, der das Axenverhältniss der Ellipse bestimmt, dargestellt. Die Phasendifferenz in einem Glimmer, der für

Digitized by Google

mittleres Gelb etwa $\frac{1}{4}\lambda$ Gangunterschied besitzt, variirt von Roth bis Violett von ca. 75—110°. Um einen Überblick zu gewinnen über die Werthe der beiden Fehlerfactoren, betrachten wir jeden Factor für sich als Function von δ bei constantem J, indem wir δ in dem genannten Intervall variiren lassen. Setzen wir zunächst voraus, dass es sich um schwach absorbirende Körper, also um schmale Ellipsen handelt, es sei etwa $2J = 1^0$, dann ergiebt sich für den ersten Factor:

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{\cos^2 \delta}{\cos^2 2J}}}$$

als Function von δ betrachtet, folgende Curve.

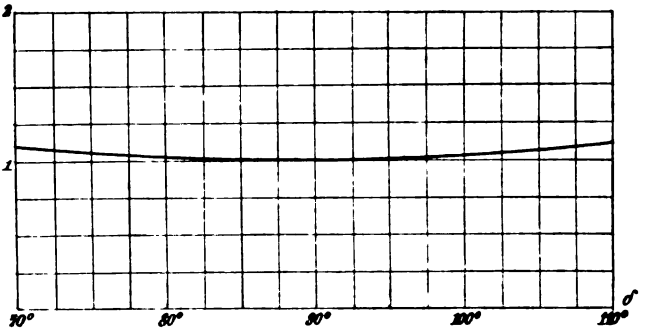


Fig. 10. Zur Erläuterung der Fehler des Winkels 2J.

Diese Curve verläuft symmetrisch zu der Ordinate im Punkte $\delta = 90^0$, weil $\cos \delta$ nur im Quadrat auftritt. Der grösste Werth des Factors wird bei $\delta = 70^0$ und bei $\delta = 110^0$, also im Blau und im Roth erreicht; er beträgt 1,1. Wächst der Parameter 2J, so biegt sich die Curve nach oben, während der Punkt 90°,1 fest bleibt. Indessen findet die Verbiegung der Curve sehr langsam statt, so dass sie noch für $2J = 30^0$ merklich dieselbe Gestalt wie die gezeichnete hat und auch für $2J = 69^0$ ihre höchsten Ordinaten erst den Werth 3,1 aufweisen. Für $2J = 70^0$ gehen beide Zweige in die Unendlichkeit.

Die Curve für den zweiten Factor:

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\cos^2 \delta} - \frac{1}{\cos^2 2J}}}$$

hat einen ähnlichen Verlauf.

Digitized by Google

Der grösste Werth des Factors liegt wieder im Roth und im Blau, er ist 0,4. Für kleinere Werthe von J ändert die Curve ihre Gestalt nicht mehr wesentlich. Für grössere Werthe von J biegen sich die beiden Zweige immer weiter nach oben, während der Berührungspunkt mit der Abscissenaxe bei $\delta = 90^0$ fest bleibt. Für $2J = 70^0$ gehen beide Zweige wieder in die Unendlichkeit, doch erfolgt diese Aufbiegung zunächst äusserst langsam, noch bei $2J = 30^0$ hat die Curve wesentlich dieselbe Gestalt wie die gezeichnete. Erst für $2J = 68^0\,39'$ erreichen die beiden Äste bei $\delta = 70^0$ und $\delta = 110^0$ die Werthe 1. Daraus wird klar: Sowohl bei schmalen als bei breiten Ellipsen (bis $2J =$ ca. 68^0) ist der zweite Factor stets kleiner als eins.

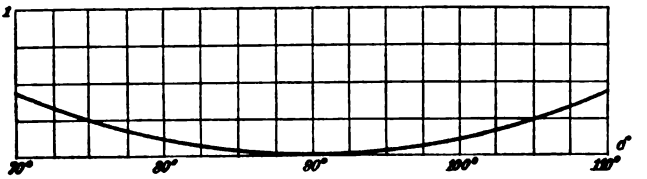


Fig. 11. Zur Erläuterung der Fehler des Winkels 2J.

Unser Gesammtresultat ist somit dieses: Bei Messungen der elliptischen Polarisation im sichtbaren Spectrum mittelst eines Glimmercompensators, der für mittleres Gelb die Gangdifferenz $\lambda/4$ verursacht, sind die absoluten Fehler des Winkels Θ, welcher die Lage und des Winkels 2J, welcher das Axenverhältniss der Ellipse bestimmt, von der Ordnung der Beobachtungsfehler, gleichviel, ob es sich um stark (bis $2J =$ ca. 65^0) oder schwach absorbirende Körper handelt.

Aus dem Axenverhältniss tang J und dem Winkel Θ der grossen Ellipsenaxe gegen die Einfallsebene wird beim Glimmerverfahren die Phasendifferenz Δ der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene berechnet nach der Formel:

$$\operatorname{tang} \Delta = \frac{\operatorname{tang} 2J}{\sin 2\Theta}.$$

Es ist also:

$$\Delta = \operatorname{arc\,tang} \left(\frac{\operatorname{tang} 2J}{\sin 2\Theta}\right),$$

Digitized by Google

woraus folgt:

$$d\Delta = \frac{\sin 2\Theta}{\sin^2 2\Theta \cos^2 2J + \sin^2 2J} d\,2J + \frac{\operatorname{tang} 2J \cos 2\Theta}{\sin^2 2\Theta + \operatorname{tang}^2 2J} d\,2\Theta.$$

Wir betrachten wieder jeden Factor für sich als Function von Θ bei constantem J. Dann erhalten wir für den ersten Factor folgende Curven, welche sich beziehen auf:

$$2J = 1^0,\ 2J = 15^0 \text{ und } 2J = 30^0$$

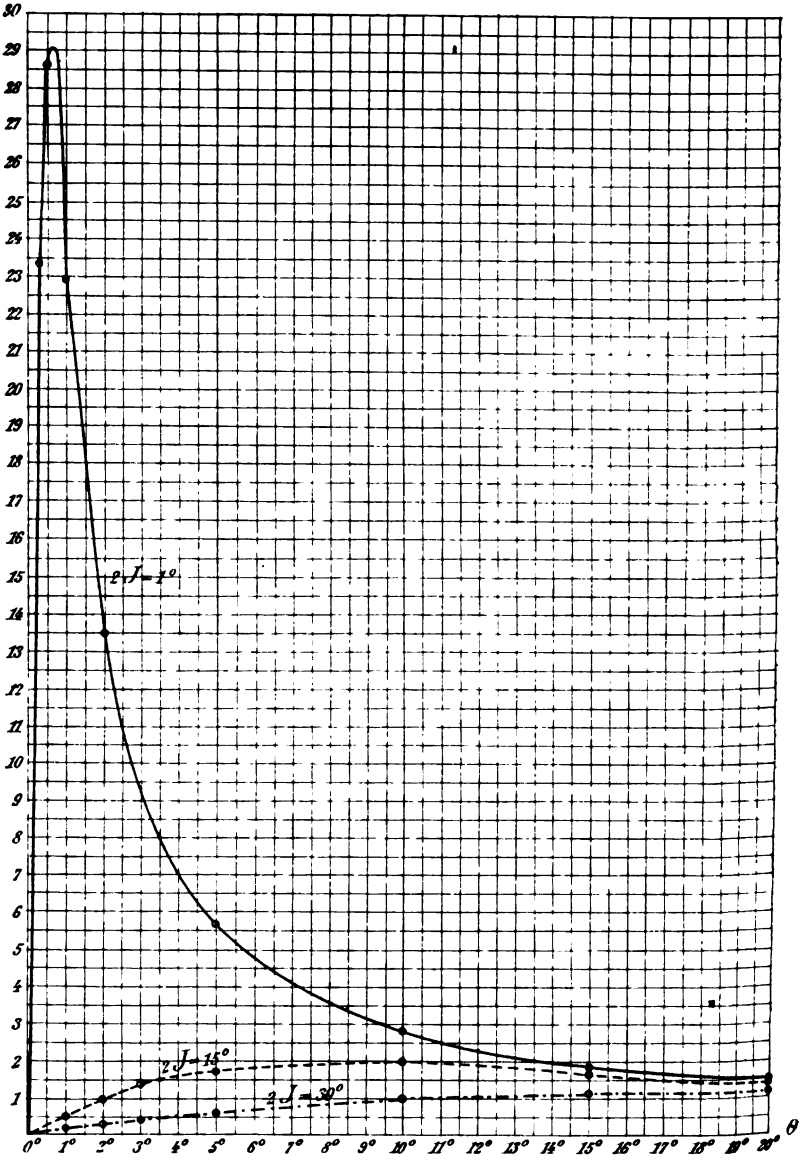


Fig. 12. Zur Erläuterung der Fehler der Phasendifferenz Δ.

Digitized by Google

Jede der drei Curven besitzt ein Maximum, welches bei zunehmendem J allmählich geringer werdend, sich im Sinne der wachsenden Θ verschiebt. Die Curven zeigen aufs deutlichste, wie ungemein grosse Werthe der Fehlerfactor bei schmalen Ellipsen in der Nähe des Haupteinfallswinkels annimmt. Von $2J = 15^0$ ab ist der Factor kleiner als 2. Jede Curve mit höherem Parameterwerth liegt ganz unterhalb aller übrigen mit niedrigerem Parameterwerth. Für den Haupteinfallswinkel selbst ist der Fehlerfactor für jedes J Null.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des zweiten Factors:

$$\frac{\text{tang } 2J \cos 2\Theta}{\sin^2 2\Theta + \text{tang}^2 2J}.$$

Die Curven, welche seinen Verlauf als Function von Θ darstellen, sind für:

$$2J = 1^0,\ 2J = 15^0 \text{ und } 2J = 30^0$$

gezeichnet.

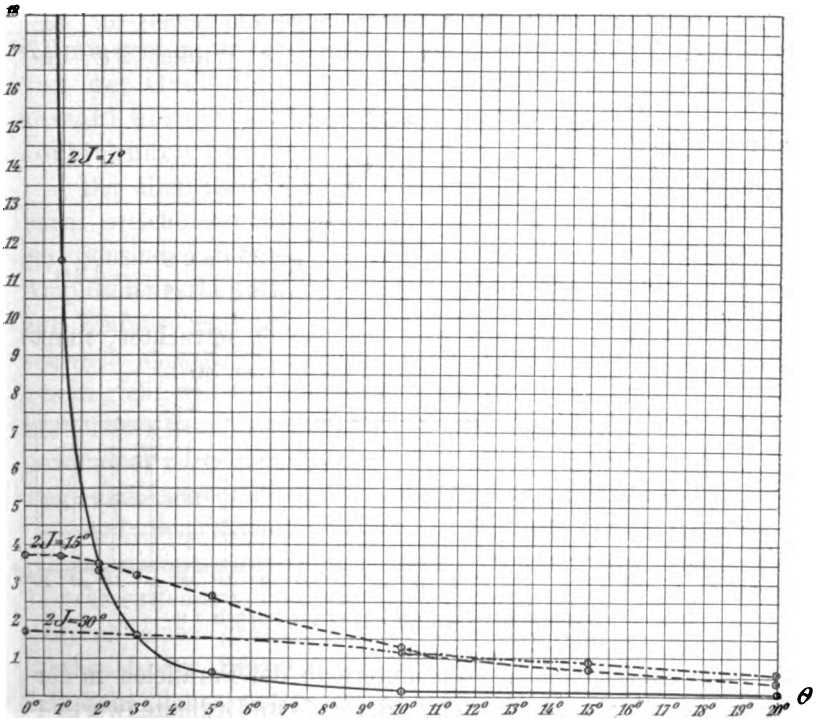


Fig. 13. Zur Erläuterung der Fehler der Phasendifferenz Δ.

Digitized by Google

Wiederum steigt die Curve für $2J = 1^0$ in der Nähe des Haupteinfallswinkels ausserordentlich stark an, sie schneidet die Ordinatenaxe im Punkte 57,3 (dieser Punkt ist wegen Raummangels in der Figur nicht gezeichnet). Auch die Curve für $2J = 15^0$ besitzt immer noch Ordinatenwerthe, welche grösser als 3 sind, nahe beim Haupteinfallswinkel, erst bei $2J = 30^0$ verläuft die Curve ziemlich flach und bleibt stets unterhalb einer Geraden, welche in der Entfernung 2 der Abscissenaxe parallel läuft.

Aus diesem Verhalten der Fehlerfactoren folgt, dass bei Messungen mit dem Glimmercompensator die Phasendifferenz der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene durch die Beobachtungsfehler ungemein stark beeinflusst wird, sobald es sich um schwach absorbirende Körper handelt, in geringem Grade dagegen, wenn stark absorbirende Substanzen zur Untersuchung vorliegen.

Wesentlich günstiger indessen liegt die Sache für das Amplitudenverhältniss tang ψ. Der Winkel 2ψ berechnet sich aus:

$$\cos 2\psi = \cos 2J \cos 2\Theta,$$

zu:

$$2\psi = \text{arc cos}\,(\cos 2J \cos 2\Theta).$$

Hieraus ergiebt sich:

$$d\,2\psi = \frac{\cos 2\Theta \sin 2J}{\sqrt{1 - \cos^2 2J \cos^2 2\Theta}}\, d\,2J + \frac{\cos 2J \sin 2\Theta}{\sqrt{1 - \cos^2 2J \cos^2 2\Theta}}\, d\,2\Theta.$$

Der erste Factor, als Function von Θ betrachtet, führt auf folgende Curven für $2J = 1^0$ und $2J = 30^0$.

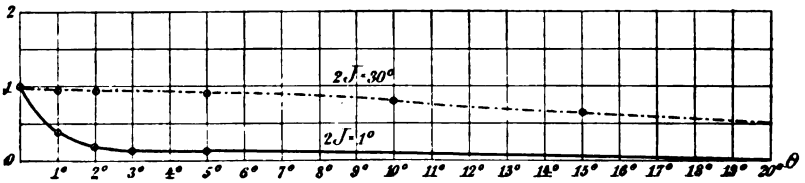


Fig. 14. Zur Erläuterung der Fehler des Winkels 2ψ.

Die Curven bleiben stets unterhalb der Parallelen in der Entfernung 1 zur Abscissenaxe, der grösste Ordinatenwerth 1 wird beim Haupteinfallswinkel erreicht.

Digitized by Google

Die entsprechenden Curven für den zweiten Factor:

$$\frac{\cos 2J \sin 2\Theta}{\sqrt{1 - \cos^2 2J \cos^2 2\Theta}}$$

verlaufen folgendermaassen:

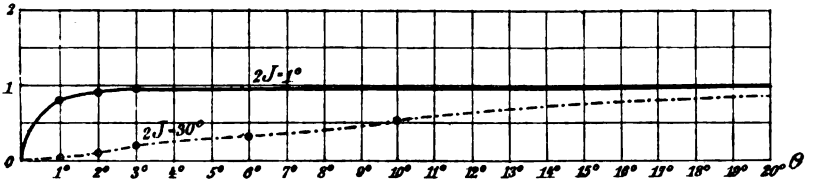


Fig. 15. Zur Erläuterung der Fehler des Winkels 2ψ.

Wieder ist bemerkenswerth, dass die Ordinaten der Curven nie grösser als 1 werden.

Demnach können wir zusammenfassend sagen:

Bei Bestimmung des Winkels 2ψ, der für das Verhältniss der Amplituden parallel und senkrecht zur Einfallsebene maassgebend ist, mittelst des Glimmercompensators, wird ein absoluter Fehler von der Ordnung der Beobachtungsfehler begangen, sowohl bei stark absorbirenden, als bei schwach absorbirenden Substanzen.

Bei allen Reflexionsbeobachtungen an absorbirenden Körpern, welche zur Ermittelung des Brechungsindex und Absorptionsindex dienen, kommt es auf Phasendifferenz und Amplitudenverhältniss der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene an. Da nun der Glimmercompensator bei schwach absorbirenden Körpern die Phasendifferenz sehr ungenau giebt, so ist er dort nicht verwendbar, er liefert dagegen brauchbare Resultate bei stark absorbirenden Substanzen. Stets anwendbar ist er dann, wenn es sich allein um Bestimmung von Lage und Axenverhältniss einer elliptischen Schwingung handelt.

Auf der anderen Seite ist hervorzuheben, dass der Glimmercompensator durch seine einfache Construction zu Instrumentfehlern fast gar keine Veranlassung bietet und dadurch einen grossen Vorzug vor allen anderen bekannten Methoden zur Messung der elliptischen Polarisation besitzt. Ich habe daher untersucht, ob es nicht möglich ist, dieses einfache Verfahren auch für schwach absorbirende Substanzen

Digitized by Google

geeignet zu machen, indem man die Phasendifferenz, welche der Glimmer für die angewandte Lichtart verursacht, bei der Messung verwerthet; indessen zeigt die Rechnung, dass dieser Weg zu keinem befriedigenden Ergebniss führt: immer wird der absolute Fehler der Phasendifferenz Δ der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene sehr bedeutend.

IV. Die Ermittelung der optischen Constanten absorbirender rhombischer Krystalle durch Reflexionsbeobachtungen.

Aus der Theorie der Lichtbewegung in absorbirenden Krystallen, die P. Drude aus der W. Voigt'schen Lichttheorie entwickelt hat, ergiebt sich, dass das optische Verhalten eines absorbirenden rhombischen Krystalls für einfarbiges Licht festgelegt wird durch sechs reelle Constante, die als drei complexe Grössen geschrieben werden können. Diese Constanten werden bestimmt durch die Grösse der Lichtgeschwindigkeit und der Absorption ebener homogener Wellen in den Richtungen der drei krystallographischen Hauptaxen des rhombischen Krystalls. Dabei ist vorausgesetzt, dass das gewählte Coordinatensystem mit den Richtungen der Hauptaxen des Krystalls zusammenfällt.

Lassen wir auf eine Spaltfläche eines absorbirenden rhombischen Krystalls geradlinig polarisirtes Licht unter dem Einfallswinkel φ einfallen, so ist das reflectirte Licht im Allgemeinen elliptisch polarisirt; Phasendifferenz Δ und Amplitudenverhältniss tang ψ der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene müssen für einen gegebenen Einfallswinkel, für eine gegebene Lage der krystallographischen Symmetrielinien der Spaltfläche in Bezug auf die Einfallsebene und für ein gegebenes Polarisationsazimuth der einfallenden Welle bestimmt sein durch die optischen Constanten des Krystalls. Es muss also auch umgekehrt möglich sein, diese Constanten aus den Reflexionsbeobachtungen zu ermitteln. Die Beziehungen, welche den Zusammenhang von ψ und Δ mit den Constanten des Krystalls darstellen, sind von P. Drude entwickelt worden[1].

[1] P. Drude, Wied. Ann. 32. 584. 1887.

Digitized by Google

Wir bezeichnen die drei krystallographischen Symmetrieaxen des rhombischen Krystalls mit s_1, s_2, s_3 und die auf sie bezüglichen complexen Constanten mit:

$$\alpha = a_{11} + i a_{12} \qquad \beta = a_{21} + i a_{22} \qquad \gamma = a_{31} + i a_{32}.$$

s_1 falle mit der Verticalaxe, s_2 mit der Brachyaxe, s_3 mit der Makroaxe zusammen. Es soll gleich der besondere Fall betrachtet werden, der beim Antimonglanz auftritt. Die Spaltfläche ist parallel der Ebene $s_1 s_2 = \{010\}$. Den Winkel der Verticalaxe s_1 gegen die Einfallsebene bezeichnen wir mit ζ und rechnen ihn positiv im Sinne des Uhrzeigers, negativ im entgegengesetzten Sinne.

Dann besteht, wenn man Glieder von der Ordnung α einschliesslich an gegen 1 vernachlässigt, was beim Antimonglanz wegen der Kleinheit von α, β, γ gestattet ist, folgende Beziehung[1] zwischen den Grössen ψ, Δ, dem Einfallswinkel φ, dem Winkel ζ und den Constanten α, β des Krystalls:

$$\text{I.} \quad r = \operatorname{tang} \psi \, . \, e^{i\Delta} = \frac{-1 + \cos^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi} - \sqrt{\beta}\cos\varphi\right) + \sin^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi} - \sqrt{\alpha}\cos\varphi\right) + (\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta})\sin 2\zeta}{1 + \cos^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi} - \sqrt{\beta}\cos\varphi\right) + \sin^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi} - \sqrt{\alpha}\cos\varphi\right) - (\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta})\sin 2\zeta}.$$

Bildet man hieraus den Ausdruck:

$$R = \frac{1 + r}{1 - r} = \frac{1 + \operatorname{tang} \psi \, e^{i\Delta}}{1 - \operatorname{tang} \psi \, e^{i\Delta}},$$

so ergiebt sich:

$$\text{II.} \quad R = \frac{\cos^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi} - \sqrt{\beta}\cos\varphi\right) + \sin^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi} - \sqrt{\alpha}\cos\varphi\right)}{1 - (\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta})\sin 2\zeta} = \frac{\cos 2\psi}{1 - \sin 2\psi \cos\Delta} + i\frac{\sin 2\psi \sin\Delta}{1 - \sin 2\psi \cos\Delta}.$$

Es soll diejenige Lage der Spaltfläche, in der s_1 senkrecht zur Einfallsebene liegt, die erste Hauptlage und die,

[1] P. Drude, Beobachtungen über Reflexion des Lichtes am Antimonglanz. Wied. Ann. **34**. 529. 1888.

Digitized by Google

in der s_1 in der Einfallsebene liegt, die zweite Hauptlage genannt werden.

Die Grösse R nimmt dann in der ersten Hauptlage den Werth an:

$$R_1 = \left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi} - \sqrt{\alpha}\cos\varphi\right) = \frac{\cos 2\psi_1}{1 - \sin 2\psi_1 \cos \Delta_1} + i\,\frac{\sin 2\psi_1 \sin \Delta_1}{1 - \sin 2\psi_1 \cos \Delta_1},$$

in der zweiten Hauptlage:

$$R_2 = \left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi} - \sqrt{\beta}\cos\varphi\right) = \frac{\cos 2\psi_2}{1 - \sin 2\psi_2 \cos \Delta_2} + i\,\frac{\sin 2\psi_2 \sin \Delta_2}{1 - \sin 2\psi_2 \cos \Delta_2},$$

wenn wir die in den Hauptlagen beobachteten Werthe von ψ und Δ mit $\psi_1\,\Delta_1$ und $\psi_2\,\Delta_2$ bezeichnen.

Durch Einführung der Grössen R_1 und R_2 in Formel II wird:

III. $$R = \frac{\cos^2\zeta\, R_2 + \sin^2\zeta\, R_1}{1 - (\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta})\sin 2\zeta}.$$

Weiter ergiebt sich:

IV. $$R_1 + R_2 = (\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta})\,\frac{\sin^2\varphi}{\cos\varphi}$$

V. $$R_1 - R_2 = (\sqrt{\beta} - \sqrt{\alpha})\,\frac{1 + \cos^2\varphi}{\cos\varphi}.$$

Nach den Formeln IV und V kann man die Constanten α und β aus den Beobachtungen in den beiden Hauptlagen berechnen.

Es ist nun zu untersuchen, wie die Beobachtungen anzustellen sind, damit die Fehler von R_1 und R_2 gering werden. Wenn wir setzen:

$$R_1 = R_1^{\,a} + i\,R_1^{\,b},$$

so ergiebt sich:

$$d\,R_1^{\,a} = \frac{\cos\Delta_1 - \sin 2\psi_1}{(1 - \sin 2\psi_1 \cos\Delta_1)^2}\,d\psi_1 + \frac{\sin 2\psi_1 \cos 2\psi_1 \sin\Delta_1}{(1 - \sin 2\psi_1 \cos\Delta_1)^2}\,d\Delta_1$$

$$d\,R_1^{\,b} = \frac{\sin\Delta_1 \cos 2\psi_1}{(1 - \sin 2\psi_1 \cos\Delta_1)^2}\,d\psi_1 + \frac{\sin 2\psi_1 (\cos\Delta_1 - \sin 2\psi_1)}{(1 - \sin 2\psi_1 \cos\Delta_1)^2}\,d\Delta_1.$$

Die Nenner der vier Fehlerfactoren werden am grössten, d. h. nahezu 1, wenn $\sin 2\psi_1 \cos\Delta_1$ möglichst klein wird, also in der Nähe des Haupteinfallswinkels. Die Zähler sind unter allen Umständen echte Brüche. Daraus geht hervor: Werden die Beobachtungen von ψ und Δ in der Nähe der Haupteinfallswinkel vorgenommen, so beeinflussen die Fehler von ψ und Δ die Hilfsgrössen R_1 und R_2 nur wenig.

Digitized by Google

Aus den Constanten α und β ergeben sich die Brechungsindices n_1, n_2 und die Absorptionsindices $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ der beiden elliptisch polarisirten ebenen homogenen Wellen, die im Antimonglanz erzeugt werden, wenn eine ebene Welle aus Luft senkrecht auf die Spaltfläche einfällt, nach folgenden Formeln:

Setzt man:

$$\frac{a_{12}}{a_{11}} = \text{tang } \chi, \qquad \frac{a_{22}}{a_{21}} = \text{tang } \varepsilon,$$

so ist:

$$\varkappa_1 = \text{tang}\frac{\chi}{2}, \qquad \varkappa_2 = \text{tang}\frac{\varepsilon}{2},$$

$$n_1^2 = \frac{2 \sin\frac{\chi}{2}\cos^2\frac{\chi}{2}}{a_{12}}, \qquad n_2^2 = \frac{2 \sin\frac{\varepsilon}{2}\cos^2\frac{\varepsilon}{2}}{a_{22}}.$$

V. Die optische Symmetrie des Antimonglanzes.

Die Anwendung der im vorigen Abschnitt angeführten Formeln setzt voraus, dass es sich um einen Krystall handelt, in dem die optischen Symmetrieaxen, d. h. die Polarisations- und Absorptionsaxen mit den krystallographischen Symmetrieaxen zusammenfallen. Dies soll aber nach P. Drude beim Antimonglanz nicht der Fall sein (vergl. p. 196).

Seine Beobachtungen fanden in folgender Weise statt. Eine Spaltfläche von Antimonglanz wurde in ihrer Ebene von 10° zu 10° fortschreitend gedreht, während der Einfallswinkel constant 70° blieb. Für jedes dieser 2×18 Azimuthe wurde die Phasendifferenz Δ und das Amplitudenverhältniss tang ψ der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene ermittelt.

Zeichnet man die aufeinander folgenden Lagen der krystallographischen Verticalaxe, wie sie einem auf die Spaltfläche blickenden Beobachter erscheinen, und schreibt zu jedem Azimuth die beobachtete Analysatorstellung, so entsteht die Fig. 16. Der verticale Durchmesser des Kreises der Fig. 16 entspricht also der ersten Hauptlage, der horizontale der zweiten.

Drude geht nun von der Ansicht aus, dass die Ablesungen am Analysatortheilkreis immer dann gleich

Digitized by Google

sein müssen, wenn die optischen Symmetrielinien der Platte entgegengesetzt gleiche Winkel gegen die Einfallsebene bilden. Bezeichnen wir also mit a den

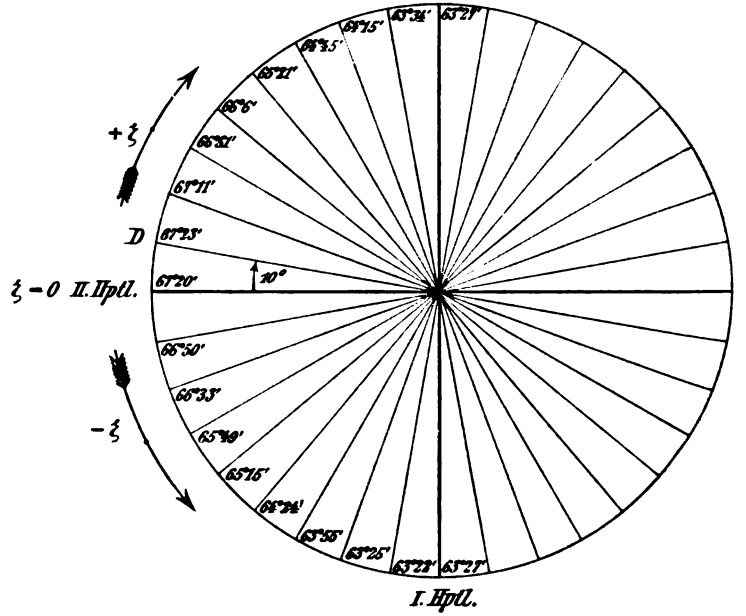


Fig. 16. Die von DRUDE in verschiedenen Azimuthen einer Spaltfläche von Antimonglanz beobachteten Analysatorstellungen.

Winkel einer optischen Symmetrielinie S gegen die Einfallsebene und mit f (a) die Ablesung am Analysator in dieser Lage, so soll

$$f(a) = f(-a)$$

sein.

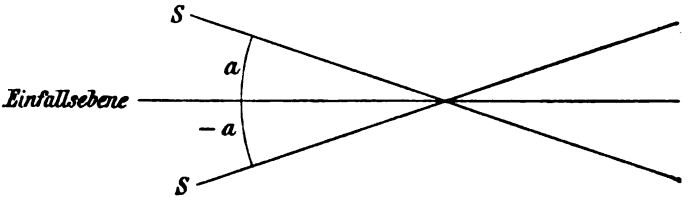


Fig. 17. Die optische Symmetrielinie S in den zur Einfallsebene symmetrischen Lagen.

Ein Blick auf Fig. 16 zeigt, dass die Ablesungen am Analysator keineswegs gleich sind, wenn die krystallographischen Axen symmetrisch zur Einfallsebene liegen.

Digitized by Google

Stellt man Zahlen, die zu entgegengesetzt gleichen Werthen von ζ gehören, untereinander, so ergiebt sich folgende Tabelle:

$\zeta =$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
$+\zeta$ . .	67°23′	67°11′	66°51′	66° 6′	65°21′	64°45′	64°15′	63°34′
$-\zeta$ . .	66 50	66 33	65 49	65 15	64 24	63 55	63 25	63 22

Die Zahlen einer Colonne weichen um Beträge von einander ab, die weit ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegen. Aus dieser Thatsache muss Drude nach seiner Voraussetzung schliessen, dass die in der Spaltfläche gelegenen krystallographischen Symmetrierichtungen nicht gleichzeitig die optischen Symmetrielinien der Platte sind.

Es entsteht somit die Aufgabe, die „eigentlichen optischen Symmetrielinien" zu bestimmen. Drude erfüllt sie, indem er durch ein Interpolationsverfahren denjenigen Durchmesser des Kreises der Fig. 16 aufsucht, in Bezug auf den die Analysatorzahlen symmetrisch angeordnet sind. In der Stellung der Spaltfläche, die diesem Durchmesser entspricht, muss die optische Symmetrielinie in die Einfallsebene fallen. Man erkennt aus Fig. 16, dass die Zahlen ungefähr symmetrisch gruppirt sind zu dem mit D bezeichneten Durchmesser. Daraus würde eine Abweichung der optischen von den krystallographischen Symmetrielinien von etwa 10° folgen, für den Beobachter, der auf die Spaltfläche blickt, im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers.

Wegen dieser Anomalie lassen sich die Formeln I, II und III (p. 213) auf die oben (p. 215) erwähnten Beobachtungen zunächst nicht anwenden, indessen liegt der Gedanke nahe, zu versuchen, ob sich die Beobachtungen nicht wenigstens dann durch die Formeln darstellen lassen, wenn man die Abweichung der optischen von den krystallographischen Axen dabei berücksichtigt. Dies kann in der Weise geschehen, dass man die Formeln nicht auf das System der krystallographischen Hauptaxen $s_1 s_2$ bezieht, sondern auf das System der optischen Symmetrielinien der Spaltfläche, die wir mit $s'_1 s'_2$ bezeichnen wollen. In der Formel III z. B. wird man dann als R_1 und R_2 diejenigen Werthe der Grösse R

Digitized by Google

einsetzen, die in den beiden Lagen der Spaltfläche: s'_1 senkrecht zur Einfallsebene und s'_1 parallel zur Einfallsebene ermittelt wurden. Ebenso würde ζ nicht als der Winkel der Geraden s_1 gegen die Einfallsebene zu nehmen sein, sondern als der der Geraden s'_1 gegen die Einfallsebene. So verfährt nun DRUDE in der That bei dem Versuch, die Formel III auf die Beobachtungen anzuwenden. Freilich vereinfacht er zuvor noch die genannte Formel, indem er das Glied:

$$(\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta}) \sin 2\zeta$$

gegen 1 vernachlässigt; diese Vernachlässigung bewirkt nach seiner Schätzung einen Fehler von 2 %. Dadurch entsteht die einfachere Beziehung:

$$R = R_1 \sin^2 \zeta + R_2 \cos^2 \zeta.^1$$

Die aus dieser Formel berechneten Werthe von R werden verglichen mit denen, die sich vermittelst der p. 213 angeführten Relation:

$$R = \frac{\cos 2\psi}{1 - \sin 2\psi \cos \Delta} + i \frac{\sin 2\psi \sin \Delta}{1 - \sin 2\psi \cos \Delta}$$

direct aus den ψ und Δ berechnen lassen, die in den verschiedenen Azimuthen der Spaltfläche beobachtet wurden.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate DRUDE's zusammengestellt. Die dabei benutzten Beobachtungen sind andere als die auf p. 215 angeführten und von bedeutend geringerer Genauigkeit als jene. Während nämlich die Beobachtungen von p. 215 Mittel aus 10 Messungen sind, wurde hier immer nur eine Einstellung gemacht. Im Übrigen wurden die Beobachtungen in derselben Weise angestellt wie die oben (p. 215) erwähnten. In der Tabelle ist

$$R = M + iN$$

gesetzt, wo M und N reell sind. Die Abweichung der optischen von den krystallographischen Symmetrielinien ist dabei zu 10° angenommen.

---

[1] Bei DRUDE steht $R = R_1 \cos^2 \zeta + R_2 \sin^2 \zeta$. Zu dieser Relation stimmt auch seine Tabelle 22, aber nicht seine Fig. 7. Ich habe daher DRUDE's Tabelle 22, welche p. 219 angeführt werden wird, so umgeschrieben, dass sie zu der Gleichung $R = R_1 \sin^2 \zeta + R_2 \cos^2 \zeta$ passt.

Digitized by Google

ζ	M		N	
	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet
0°	0,4877	0,4877	0,0715	0,0715
± 10	0,4906	0,4907	0,0753	0,0735
± 20	0,4975	0,4988	0,0786	0,0790
± 30	0,5108	0,5112	0,0879	0,0874
± 40	0,5255	0,5266	0,0992	0,0979
± 50	0,5414	0,5430	0,1088	0,1090
± 60	0,5543	0,5581	0,1180	0,1193
± 70	0,5691	0,5707	0,1294	0,1278
± 80	0,5800	0,5788	0,1333	0,1334
± 90	0,5816	0,5816	0,1352	0,1352

Für gleiche, aber entgegengesetzte Werthe von ζ sind in der Tabelle deswegen gleiche M und N angegeben, weil DRUDE die entsprechenden ψ und Δ, welche sich um höchstens $\frac{3}{4}^0$ resp. $1\frac{1}{2}^0$ unterschieden, sogleich zu Mittelwerthen vereinigt hat.

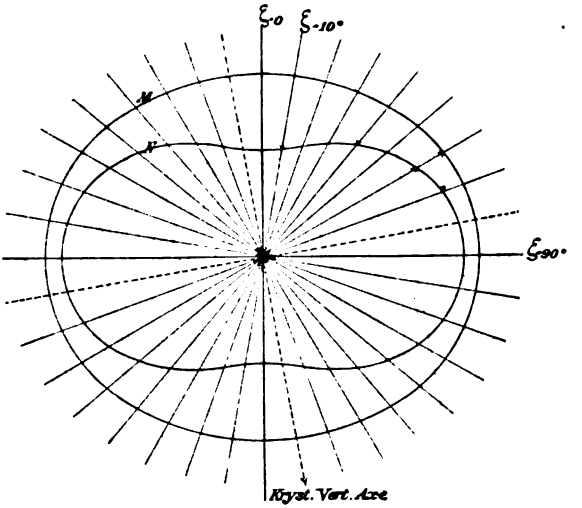


Fig. 18. Die Zahlen M und N in ihrer Abhängigkeit von dem Winkel ζ nach DRUDE.

Die Übereinstimmung der berechneten und der beobachteten Werthe ist in Anbetracht der Ungenauigkeit der Beobachtungen auffallend gut. Graphisch veranschaulicht werden diese Verhältnisse durch Fig. 18. Es entsprechen die Radien den aufeinander folgenden Lagen der optischen Symmetrielinie s'_1. Trotzdem ist ein ausgezeichneter Radius als

Digitized by Google

krystallographische Verticalaxe bezeichnet. Dies ist nur so zu deuten, dass eine Abweichung der optischen Symmetrielinien von den krystallographischen im Sinne des Uhrzeigers ausgedrückt werden soll, was aber nach p. 217 im Widerspruch mit DRUDE's eigenen Beobachtungen steht. Die Zahlen M und N sind in passendem Maassstabe auf den Radien abgetragen. Die ausgezogene Curve verbindet die berechneten Punkte miteinander, die Kreuzchen bedeuten beobachtete Werthe.

Es lässt sich nun ein einfacher Versuch angeben, durch den man eindeutig die Frage beantworten kann, ob die optischen Symmetrieaxen des Antimonglanzes von den krystallographischen abweichen oder nicht.

In einem Antimonglanzkrystall werde von zwei durch eine einzige Spaltung erzeugten Flächen die eine als Gegenfläche der anderen bezeichnet.

Wenn wir annehmen, dass bei der einen Fläche eine Abweichung der optischen Symmetrielinien von den krystallographischen stattfindet, und zwar für den Beobachter, der auf die Spaltfläche blickt, im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers, dann müssen in der Gegenfläche ebenfalls für einen auf die Spaltfläche blickenden Beobachter die optischen Symmetrielinien im Uhrzeigersinne und um denselben Betrag von den krystallographischen abweichen.

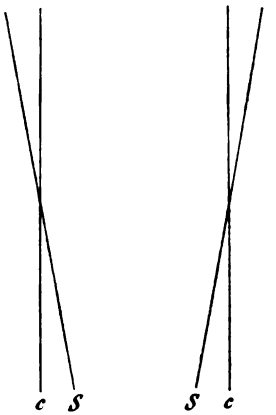


Fig. 19. Lage der optischen Symmetrielinie S gegen die krystallographische Verticalaxe c in den beiden Gegenflächen.

Wir benutzen jetzt beide Spaltflächen nacheinander zu Reflexionsbeobachtungen, indem wir in beiden die krystallographische Verticalaxe unter dem Winkel ζ gegen die Einfallsebene neigen. In der einen Fläche bildet alsdann die optische Symmetrielinie gegen die Einfallsebene den Winkel $\zeta - 10^0$, in ihrer Gegenfläche den Winkel $\zeta + 10^0$. Die Lagen der optischen Symmetrielinien in beiden Flächen unterscheiden sich somit um 20^0; daraus würde folgen, dass die

Digitized by Google

beobachtete Phasendifferenz und das beobachtete Amplitudenverhältniss für beide Flächen wesentlich verschiedene Werthe haben müssen. Für $\zeta = 50^0$ z. B. müssen wir in den Amplitudenverhältnissen eine Differenz von etwa 1^0, in den Phasendifferenzen eine solche von etwa 4^0 erwarten. (Für die Amplitudenverhältnisse ist dies aus Fig. 16 direct zu ersehen.) Die Ablesungen am Compensator und Analysator müssen also in beiden Fällen verschieden ausfallen.

Sind dagegen die optischen Symmetrielinien mit den krystallographischen identisch, so müssen die Ablesungen in beiden Fällen gleich sein, weil in beiden Fällen die optischen Symmetrielinien des Krystalls genau gleich liegen.

Da es mir gelang, zwei brauchbare Gegenflächen herzustellen, so konnte ich diesen Versuch ausführen. Ich theile die Ablesungen am Glimmer und Analysator im Folgenden mit. Beobachtet wurde beim Einfallswinkel 70^0 in vier verschiedenen Lagen der krystallographischen Verticalaxe, nämlich für $\zeta = 50^0$, $\zeta = 60^0$, $\zeta = -30^0$ und $\zeta = -40^0$. Die Messungen, welche sich auf Licht von der Wellenlänge der D-Linie beziehen, fanden in derselben Weise statt wie die im folgenden Capitel beschriebenen.

Fläche I. $\zeta = 50^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	357° 18′	314° 14′	88° 4′	308° 32′
	357 8	314 29	88 29	309 8
	357 26	314 50	88 18	308 47
	357 12	314 41	88 28	309 7
Mittel	357° 16′	314° 34′	88° 20′	308° 53′

Fläche II. $\zeta = 50^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	357° 12′	315° 16′	268° 32′	308° 41′
	356 45	314 17	268 45	309 22
	357 15	315 9	268 36	309 19
	357 17	315 10	268 22	308 41
Mittel	357° 7′	314° 58′	268° 34′	309° 1′

Digitized by Google

Fläche I. $\zeta = 60^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	178°15′	316°32′	89°14′	309°19′
	178 13	315 59	89 14	309 17
	178 2	315 39	89 18	309 26
	178 4	316 —		
Mittel	178° 8′	316° 2′	89°15′	309°21′

Fläche II. $\zeta = 60^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	178° 7′	316° 4	268°59′	308°53′
	178 12	315 57	269 12	309 22
	178 5	316 10	268 54	309 24
Mittel	178° 8′	316° 4′	269° 2′	309°13′

Fläche I. $\zeta = -30^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	357°12′	314°31′	268°19′	308°30′
	357 17	314 46	268 31	308 42
	357 25	314 53	268 25	308 51
	357 12	314 43	268 21	308 39
Mittel	357°16′	314°43′	268°24′	308°41′

Fläche II. $\zeta = -30^0$.[1]

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	357° 8′	314°59′	267°14′	307°55′
	357 13	314 55	268 22	308 10
	356 50	314 35	267 40	307 44
			268 21	308 14
			267 37	307 50
Mittel	357° 4′	314°50′	267°51′	307°58′

[1] Die Beleuchtung durch Sonnenlicht war in der zweiten compensirenden Lage mangelhaft.

Digitized by Google

Fläche I. $\zeta = -40^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	177° 3′	314° 37′	269° 5′	308° 45′
	177 51	315 39	269 14	308 36
	177 55	315 50	269 7	309 12
	178 16	316 26	269 6	309 —
	177 39	315 26	269 5	308 53
Mittel	177° 45′	315° 36′	269° 7′	308° 53′

Fläche II. $\zeta = -40^0$.

	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	178° 6′	315° 49′	269° 17′	309° 30′
	178 10	316 30	268 59	309 7
	177 50	316 5	269 24	309 11
	177 45	315 35	269 22	308 47
	178 2	315 39	88 29	309 22
Mittel	177° 59′	315° 56′	269° 6′	309° 11′

Man ersieht aus diesen Tabellen, dass die Ablesungen für gleiche ζ an beiden Flächen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler übereinstimmen. Daraus aber folgt:

Die optischen Symmetrieaxen des Antimonglanzes fallen mit seinen krystallographischen zusammen.

Es ist nicht ohne Bedeutung, dass auch die Ablesungen für $\zeta = 50^0$ mit denen für $\zeta = -30^0$ und diejenigen für $\zeta = 60^0$ mit denen für $\zeta = -40^0$ für jede der beiden Flächen sehr nahe übereinstimmen. Denn, wenn diese Erscheinung (beispielsweise für die beiden Stellungen $\zeta = 50^0$ und $\zeta = -30^0$) bei der einen Fläche mit Drude durch eine Abweichung der optischen von den krystallographischen Symmetrielinien sich erklären liesse, so dürfte sie sich auf keinen Fall für die gleichen Werthe von ζ bei der anderen Fläche zeigen, weil ja dann in dieser die optische Symmetrielinie in den beiden angeführten Stellungen durchaus nicht symmetrisch zur Einfallsebene liegt.

Wenn die optischen und krystallographischen Symmetrierichtungen aber zusammenfallen, so ist die Annahme:

$$f(a) = f(-a)$$

Digitized by Google

die Drude an die Spitze seiner Untersuchung stellt, nicht richtig. In der That ist es ja auch gar nicht einleuchtend, dass unter sonst gleichen Umständen das reflectirte Licht immer dann gleiche Eigenschaften besitzen soll, wenn die optischen Symmetrieaxen des reflectirenden absorbirenden Mediums gleiche, aber entgegengesetzte Neigung zur Einfallsebene haben.

Nun können wir auch die Formeln I, II und III (p. 213) sogleich auf die Beobachtungen anwenden. Betrachten wir zuerst die Relation I:

$$\frac{R_s}{R_p} = \operatorname{tang}\psi e^{i\Delta} = \frac{-1+\cos^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi}-\sqrt{\beta}\cos\varphi\right)}{1+\cos^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\alpha}}{\cos\varphi}-\sqrt{\beta}\cos\varphi\right)} \cdot \frac{+\sin^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi}-\sqrt{\alpha}\cos\varphi\right)+(\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta})\sin 2\zeta}{+\sin^2\zeta\left(\frac{\sqrt{\beta}}{\cos\varphi}-\sqrt{\alpha}\cos\varphi\right)-(\sqrt{\alpha}-\sqrt{\beta})\sin 2\zeta}$$

sie enthält ζ in den Formen $\sin^2\zeta$, $\cos^2\zeta$ und $\sin 2\zeta$. Wechselt ζ sein Zeichen, so wechselt auch $\sin 2\zeta$ das seinige. Daraus aber folgt:

Bildet die krystallographische Verticalaxe gleiche, aber entgegengesetzte Winkel $+\zeta$ und $-\zeta$ mit der Einfallsebene, so haben ψ und Δ in beiden Lagen nicht gleiche Werthe.

Also auch die Theorie sagt aus, dass nicht

$$f(a) = f(-a)$$

ist.

Wenn nun Drude weiterhin in der Formel III das Glied mit $\sin 2\zeta$ vernachlässigt, so lässt er gerade den Bestandtheil fort, welcher die Dissymmetrie hervorruft und bekommt infolgedessen für R den Ausdruck:

VI. $$R = R_1 \sin^2\zeta + R_2 \cos^2\zeta$$

der gleiche R zu gleichen, aber entgegengesetzten Werthen von ζ liefert. Die Relation VI wird in der p. 217 geschilderten Weise gedeutet, wodurch eine Übereinstimmung zwischen den beobachteten und den berechneten Werthen von R herbeigeführt wird. Diese Übereinstimmung kann nach dem Gesagten nur auf Zufall beruhen. Das wird noch deutlicher, wenn wir die Formel I mit den Beobachtungen vergleichen.

Digitized by Google

Ich habe dies ausgeführt, indem ich die von DRUDE mitgetheilten Werthe von α und β in die rechte Seite der Gleichung I einsetzte und deren Werthe für $\varphi = 70^0$ und ζ von $+90^0$ bis -90^0 berechnete. Es kam vor allem auf das Amplitudenverhältniss tang ψ an, weil dieses wegen des geringeren Einflusses der Oberflächenschichten am sichersten zu ermitteln ist. Die in der folgenden Tabelle als beobachtet aufgeführten Werthe von ψ sind nach den Analysatorablesungen der Fig. 16 berechnet.

ζ	ψ berechnet	ψ beobachtet	Differenz zwischen den berechneten ψ	Differenz zwischen den beobachteten ψ
$+10^0$	19° 10′	19° 1′	23′	33′
-10	18 47	18 28		
$+20$	18 59	18 50	40	38
-20	18 19	18 12		
$+30$	18 35	18 31	55	63
-30	17 40	17 28		
$+40$	18 7	17 45	72	51
-40	16 55	16 54		
$+50$	17 24	17 0	60	57
-50	16 24	16 3		
$+60$	16 46	16 24	52	50
-60	15 54	15 34		
$+70$	16 11	15 54	37	50
-70	15 34	15 4		
$+80$	15 45	15 13	20	12
-80	15 25	15 1		

Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung ist so gut, als man nur verlangen kann, wenn man in Betracht zieht, dass die zur Berechnung dienende Formel nur eine angenäherte ist, dass ferner die Constanten α und β höchstens bis auf vier Decimalen mit einiger Sicherheit berechnet werden können und dass endlich die Beobachtungen sehr schwierige sind wegen der Unvollkommenheiten der spiegelnden Flächen. Auffällig ist, dass die berechneten Werthe immer grösser sind als die beobachteten. Dies rührt wahrscheinlich von den Vernachlässigungen her, die bei der Ableitung der Formel I stattfanden. Wie dem aber auch sei, jedenfalls kann man

Digitized by Google

verlangen, dass die Differenzen der zu gleichen, aber entgegengesetzten Werthen von ζ gehörigen Zahlen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler übereinstimmen. Ich habe daher in die dritte und vierte Colonne diese Differenzen geschrieben. Da ψ nach Drude etwa bis auf $\pm 10'$ genau bestimmt ist, so ist die Übereinstimmung sehr befriedigend.

Die Tabelle liefert also eine erneute Bestätigung der Theorie Drude's für absorbirende Krystalle.

Um noch einen directen Vergleich zwischen den von Drude berechneten Werthen von R und denen, die aus der richtigen Formel folgen, zu ermöglichen, habe ich auch die Werthe von R berechnet nach der Gleichung:

$$R = \frac{R_1 \sin^2\zeta + R_2 \cos^2\zeta}{1 - (\sqrt{\alpha} - \sqrt{\beta}) \sin 2\zeta}.$$

Die so erhaltenen Werthe sind in der folgenden Tabelle mit den aus der Beobachtung sich ergebenden Werthen von R zusammengestellt. Diese Tabelle entspricht also der Tabelle 22 Drude's, ebenso entspricht Fig. 20 Drude's Fig. 7. Der Buchstabe ζ bezeichnet jetzt aber den Winkel der krystallographischen Verticalaxe gegen die Einfallsebene.

ζ	M		N	
	von Drude beobachtet	von Müller berechnet	von Drude beobachtet	von Müller berechnet
$+90^0$	0,5800	0,5800	0,1333	0,1333
$+80$	0.5691	0,5729	0,1294	0,1240
$+70$	0,5543	0,5670	0,1180	0,1182
$+60$	0,5414	0,5462	0,1088	0,1081
$+50$	0.5255	0,5304	0,0992	0,0977
$+40$	0,5108	0,5140	0,0879	0,0951
$+30$	0,4975	0,5021	0,0786	0,0804
$+20$	0,4906	0,4934	0,0753	0,0742
$+10$	0,4877	0,4780	0,0715	0,0736
0	0,4906	0,4906	0,0753	0,0753
-10	0,4975	0,4866	0,0786	0,0778
-20	0,5108	0,5007	0,0879	0,0889
-30	0,5255	0,5238	0,0992	0,1001
-40	0,5414	0,5418	0,1088	0,1035
-50	0,5543	0,5559	0,1180	0,1221
-60	0,5691	0,5691	0,1294	0,1305
-70	0,5800	0,5782	0,1333	0,1352
-80	0,5816	0,5820	0,1352	0,1331

Digitized by Google

Die berechneten Zahlen meiner Tabelle stimmen nicht immer ganz so gut mit den beobachteten Werthen, als dies in Tabelle 22 von DRUDE der Fall ist. Aber das ist leicht erklärlich aus der Ungenauigkeit der Beobachtungen (vergl. p. 218) und aus den Modificationen, die DRUDE schon mit den beobachteten Zahlen selbst vornahm (siehe p. 219).

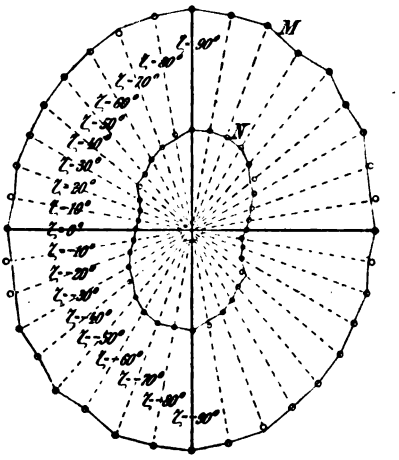


Fig. 20. Die Zahlen M und N in ihrer Abhängigkeit von dem Winkel ζ.

Aus diesen Rechnungen geht deutlich hervor: Auch die Lichttheorie für absorbirende Krystalle sagt aus, dass die von DRUDE beobachtete Erscheinung eine ganz normale ist. Gerade aus der beobachteten Unsymmetrie der Analysator- und Compensatorstellungen folgt, dass der Antimonglanz auch seinem optischen Verhalten nach **rhombisch** ist, d. h. dass seine optischen und krystallographischen Symmetrieaxen zusammenfallen.

Für andere Farben zeigt der Antimonglanz ein ganz ähnliches Verhalten wie für Gelb. Ich habe auch für die C- und E-Linie, sowie für $\lambda = 460\,\mu\mu$ eine Unsymmetrie der Analysator- und Compensatorstellungen beobachtet von demselben Sinne und ungefähr gleicher Grösse wie bei Beleuchtung mit Na-Licht.

VI. Dispersion und Absorption des Lichtes im Antimonglanz.

§ 1. Die zu den Beobachtungen benutzten Instrumente.

Zu den Untersuchungen der optischen Eigenschaften des Antimonglanzes standen mir im Göttinger mineralogischen Institut dieselben Instrumente zur Verfügung, welche G. HORN zu seinen Messungen der Dispersion und Absorption an ab-

Digitized by Google

sorbirenden Krystallen benutzt und ausführlich beschrieben hat[1]. Es waren: ein nach den Angaben von Th. Liebisch construirtes Spectrometer, dessen Theilkreis eine Ablesung bis auf 6 Secunden gestattete, ein Glimmercompensator, welcher vor dem Fernrohrobjectiv aufgestellt war, und der Drehapparat eines Liebisch'schen Totalreflectometers, der an Stelle des Objecttischchens in das Spectrometer eingesetzt wurde. Hinter der Collimatorlinse stand der Polarisator, zwischen Glimmerblättchen und Fernrohrobjectiv der Analysator. Polarisator und Analysator bestanden aus zwei planparallelen Glan-Thompson'schen Kalkspathdoppelprismen, die in einer Correctionsfassung befestigt waren. An den drei Theilkreisen des Glimmers, Polarisators und Analysators waren vermittelst je zweier Nonien, welche einander gegenüber angebracht waren, direct ganze Minuten abzulesen. Die unten mitgetheilten Ablesungen beziehen sich immer auf die rechts vom Beobachter liegenden Nonien. Die Vertheilung der Zahlen auf den drei genannten Theilkreisen war der Art, dass bei einer Drehung im Sinne des Uhrzeigers (vom Beobachter aus) die an den Nonien vorbeiwandernden Zahlen zunahmen.

Die Stellungen des Polarisators betrugen bei meinen Beobachtungen z. Th. $\pi/4$, z. Th. $3/4\,\pi$ zur Einfallsebene. Die letzteren sind durch einen Stern ausgezeichnet. Die Phasendifferenzen und Amplitudenverhältnisse aber sind alle berechnet für den Fall: Azimuth des Polarisators 45° zur Einfallsebene.

Die genaue Messung der Einfallswinkel wurde ermöglicht durch folgende Einrichtung: Zwischen dem Fadenkreuz des Fernrohrs und dem Auge des Beobachters war eine von oben nach unten mittelst einer Schraube verschiebbare Stahlplatte senkrecht zur Axe des Fernrohrs eingeschaltet, in welcher sich ein kreisförmiges Diaphragma und ein symmetrisch verschiebbarer Spalt übereinander befanden. Wünschte man den Einfallswinkel zu messen, so hatte man das Diaphragma vor das Fadenkreuz zu stellen und ein gewöhnliches Ocular zu benutzen; handelte es sich um Bestimmung der Ele-

[1] a. a. O. p. 300.

Digitized by Google

mente einer elliptischen Schwingung, so wurde der Spalt, welcher mit dem senkrechten Fadenkreuzfaden zusammenfiel, eingestellt und an Stelle des gewöhnlichen Oculars ein geradsichtiges Spectroskop eingeführt. Dasselbe zerlegte das Sonnenlicht, das nach Reflexion an der Krystallfläche Glimmer und Analysator passirt hatte. Befinden sich Glimmer und Analysator in compensirender Lage, so fehlen im Spectrum diejenigen Lichtsorten, deren Gangunterschied durch den Glimmer gerade aufgehoben ist. Zu den Messungen musste das durch eine Beleuchtungslinse concentrirte Sonnenlicht benutzt werden, da sowohl elektrisches Bogenlicht als Drummond'sches Kalklicht keinen genügend scharfen Streifen im Spectrum lieferten[1].

Bei den Vorversuchen zeigte sich, dass für eine bestimmte Lage der reflectirenden Fläche (I. Hauptlage) im rothen Ende des Spectrums zwei Streifen auftraten, welche infolge der geringen Dispersion des benutzten Ocularspectroskops (für rothes Licht) einander sehr nahe lagen, was die genaue Messung ein wenig erschwerte. Es wurde daher an Stelle des Prismenspectroskops ein nach den Angaben von H. Siedentopf[2] in der Optischen Werkstätte von Carl Zeiss hergestelltes Gitterspectroskop eingesetzt. Trotz der intensiven Beleuchtung aber erwies sich das Spectrum als viel zu lichtschwach. Infolgedessen bewegte sich beim Drehen des Glimmers und Analysators nur ein kaum wahrnehmbarer, sehr breiter Schatten über das Spectrum. Ich musste daher zu dem Prismenspectroskop zurückkehren. Der störende Einfluss des Doppelstreifens schwand übrigens, als ich genügende Übung in der Einstellung des Streifens erlangt hatte.

§ 2. Beobachtungen.

Nachdem die Justirung des Spectrometers und der dazu gehörigen Attribute in der üblichen Weise und mit denselben Hilfsmitteln, welche G. Horn benutzt hatte, vor-

[1] Wie G. Horn gezeigt hat, ist die Schärfe des im Spectrum auftretenden Streifens der Lichtintensität proportional (a. a. O. p. 304).

[2] Inzwischen beschrieben von H. Siedentopf, Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Berlin. 1902. p. 706.

Digitized by Google

genommen war, begann ich mit den Beobachtungen, die zur Ermittelung der Constanten n_1, n_2 und $\varkappa_1$, $\varkappa_2$ in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge des Lichtes dienen sollten.

Das Beobachtungsmaterial, welches ich zur Verfügung hatte, bestand in zwei Spaltungsstücken des Antimonglanzes von der Insel Shikoku in Japan, die einem grossen, ungefähr 20 cm langen Krystall entnommen waren. Die Stücke waren 2—3 mm dick, 1½ cm lang und ½ resp. 1 cm breit. An beiden Stücken waren noch Prismenflächen vorhanden. Die Spaltungsflächen wiesen meist einige Riefungen parallel der b-Axe auf, die Reflexe waren deshalb immer ein wenig diffus. Dieser Umstand beeinträchtigt indessen die Genauigkeit der Messungen nicht, weil ja durch den Spalt des Spectroskopoculars aus dem diffusen Reflex nur dasjenige Licht herausgenommen und der Analyse unterworfen wird, welches in der Fernrohraxe reflectirt ist.

Der Streifen, welcher beim Drehen des Glimmers und Analysators über das Spectrum wanderte, zeigte in den beiden Hauptlagen ein etwas verschiedenes Verhalten. In der ersten Hauptlage erschien er im Violett breit; bei entsprechender Drehung des Glimmers und Analysators verschob er sich, allmählich schmäler werdend, bis in die Gegend der D-Linie. In dem Augenblicke aber, in welchem die D-Linie fast erreicht war, erschien vom rothen Ende des Spectrums ein deutlicher Schatten, der, je näher sich die Streifen rückten, immer schärfer wurde, bis schliesslich bei etwa 60—61 der in dem Spectroskop angebrachten Ångström'schen Wellenlängenscala beide Streifen in einen verschmolzen.

In der zweiten Hauptlage ist die Breite und Schärfe des Streifens merklich dieselbe wie in der ersten, ein Doppelstreifen tritt aber nicht auf.

Ich theile nun zunächst die Mittelwerthe der Ablesungen am Glimmer und Analysator für die beiden Hauptlagen mit.

Nullstellungen: Polarisationsebene H_2 des Glimmers parallel zur Einfallsebene: 285° 3′. Polarisationsebene des Analysators parallel zur Einfallsebene: 239° 2′.

Digitized by Google

I. Einfallswinkel 76°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C-Linie . . .	20° 18′	150° 17′	108° 28′	156° 42′
*610 μμ . . .	12 40	151 43	103 35	142 15
D-Linie . . .	19 18	147 34	107 49	157 30
E-Linie . . .	19 59	146 16	109 48	161 23
*510 μμ . . .	9 36	150 52	99 37	136 16
F-Linie . . .	—	—	—	—
*460 μμ . . .	—	—	—	—
G-Linie . . .	196 58	316 31	297 12	354 59

II. Einfallswinkel 77°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	285° 48′	153° 41′	17° 42′	147° 49′
*610 μμ . . .	285 27	324 15	193 5	332 7
D	16 46	145 14	105 20	155 5
E	287 33	158 41	17 7	144 5
*510 μμ . . .	102 7	137 59	193 19	155 3
F	289 32	163 36	16 13	140 10
*460 μμ . . .	—	—	—	—
G	13 34	134 28	113 6	170 18

III. Einfallswinkel 78°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	15° 3′	145° 30′	103° 27′	151° 2′
*610 μμ . . .	108 36	147 16	195 47	154 53
D	282 35	151 55	13 46	142 31
E	15 1	322 33	105 34	336 23
*510 μμ . . .	15 48	158 19	104 37	140 22
F	13 48	138 19	106 47	160 19
*460 μμ . . .	16 37	162 17	101 39	134 18
G	110 25	348 16	190 11	310 9

Digitized by Google

IV. Einfallswinkel 79°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	281°13′	148° 9′	13° 3′	143°28′
*610 $\mu\mu$ . . .	110 5	148 55	198 21	157 23
D	281 22	150 41	12 27	141 13
E	13 26	140 26	103 51	154 55
*510 $\mu\mu$ . . .	17 20	159 22	106 49	142 55
F	192 7	136 52	285 2	158 25
*460 $\mu\mu$ . . .	284 59	137 27	19 45	165 4
G	188 18	308 42	287 41	344 38

V. Einfallswinkel 80°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	278°16′	325°55′	9°55′	320°14′
*610 $\mu\mu$ . . .	292 55	151 44	21 1	160 7
D	97 43	146 43	189 28	138 37
E	278 37	149 30	9 7	136 22
*510 $\mu\mu$ . . .	20 30	162 39	109 47	145 50
F	8 31	133 25	101 44	155 0
*460 $\mu\mu$ . . .	202 44	168 58	287 40	140 24
G	104 39	161 44	185 34	125 49

VI. Einfallswinkel 81°. Erste Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
*460 $\mu\mu$ . . .	110°29′	144°23′	205°28′	169°55′
G	1 11	122 39	100 28	157 16

VII. Einfallswinkel 76°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	110°10′	155°58′	201°22′	153°41′
*610 $\mu\mu$ . . .	98 16	319 54	7 8	143 18
D	203 38	153 54	112 57	340 11
E	296 31	347 24	26 15	333 12
*510 $\mu\mu$ . . .	3 18	324 45	92 22	309 12
G	124 23	5 38	199 49	315 29

Digitized by Google

VIII. Einfallswinkel 77°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	199° 9′	151° 32′	287° 55′	153° 28′
*610 μμ . . .	281 25	142 4	190 9	147 38
D	110 35	158 11	201 34	151 52
E	202 19	150 48	293 26	163 39
*510 μμ . . .	185 44	147 54	275 4	131 14
F	204 21	147 20	297 6	172 12
G	123 16	184 49	198 53	135 42

IX. Einfallswinkel 78°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	105° 33′	150° 57′	196° 30′	149° 35′
*610 μμ . . .	284 2	145 9	12 30	149 59
D	198 56	149 22	288 6	155 30
E	111 14	341 38	200 46	328 35
*510 μμ . . .	189 9	151 54	278 4	133 28
F	114 55	169 52	201 38	144 20
*460 μμ . . .	93 16	123 21	189 54	157 54
G	195 4	130 39	298 16	180 59

X. Einfallswinkel 79°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	13° 37′	146° 7′	102° 55′	148° 56′
*610 μμ . . .	14 37	151 22	105 48	146 58
D	16 3	146 51	105 28	152 51
E	109 6	159 43	18 33	145 53
*510 μμ . . .	100 1	135 27	11 —	153 42
F	112 2	166 9	198 56	142 18
*460 μμ . . .	192 30	161 4	276 28	126 15
G	116 37	178 42	192 17	127 45

Digitized by Google

XI. Einfallswinkel 80°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
C	10°21′	322°52′	99°24′	325°13′
*610 $\mu\mu$ . . .	110 53	151 57	198 22	155 21
D	193 33	144 25	282 26	149 33
E	14 40	142 2	105 36	156 41
*510 $\mu\mu$ . . .	195 37	158 10	104 53	140 22
F	289 17	164 8	15 48	138 56
*460 $\mu\mu$ . . .	100 15	129 24	197 17	166 8
G	187 30	122 20	292 30	175 2

XII. Einfallswinkel 81°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
*E	18°22′	339°14′	107°55′	325° 7′
*510 $\mu\mu$ . . .	107 2	322 39	198 22	340 46
*F	199 10	344 21	285 41	318 33
*460 $\mu\mu$ . . .	200 34	168 49	284 14	134 18
G	288 35	170 35	4 37	120 45

XIII. Einfallswinkel 82°. Zweite Hauptlage.

Lichtart	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
*F	23°20′	348°23′	109°21′	322° 8′
*460 $\mu\mu$ . . .	107 35	317 9	205 18	353 46

Die in den Tabellen I—XIII angegebenen Zahlen sind die Mittel aus durchschnittlich 5—6 Beobachtungen. Für die G-Linie wurden wegen der Unsicherheit der Einstellung häufig 8—10 Beobachtungen gemacht.

Zur Beurtheilung der verschiedenen Sicherheit der Einstellungen in den verschiedenen Theilen des Spectrums gebe ich die folgenden directen Ablesungen an:

Digitized by Google

XIV. Einfallswinkel 79°. C-Linie. Zweite Hauptlage.

	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	13°51′	145°54′	102°59′	148°57′
	13 32	146 21	102 52	148 37
	13 37	146 7	102 54	148 49
	13 46	146 20	102 54	148 57
	13 26	145 49	102 56	149 21
	13 32	146 10		
Mittel	13°37′	146° 7′	102°55′	148°56′

XV. Einfallswinkel 79°. E-Linie. Zweite Hauptlage.

	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	109°21′	159°41′	18°16′	145°30′
	109 12	159 38	18 29	145 49
	109 9	159 54	18 36	145 57
	109 9	159 46	18 51	146 18
	108 37	159 34		
Mittel	109° 6′	159°43′	18°33′	145°53′

XVI. Einfallswinkel 79°. G-Linie. Zweite Hauptlage.

	1. compensir. Lage		2. compensir. Lage	
	Glimmer	Analysator	Glimmer	Analysator
	117°47′	180° 0′	191°49′	127° 8′
	115 49	178 33	192 42	127 55
	115 47	177 17	192 45	128 14
	116 16	178 53	191 29	126 24
	117 32	180 11	192 47	129 2
	116 38	179 5	192 —	127 50
	116 30	178 34	192 30	127 31
			192 10	127 59
Mittel	116°37′	178°42′	192°17′	127°45′

Hieraus geht deutlich hervor, um wieviel ungenauer die Messungen im Blau sind gegenüber den Beobachtungen im übrigen Spectrum.

Ist das einfallende Licht unter dem Azimuth 45° zur

Digitized by Google

Einfallsebene polarisirt, so ist, wie sich durch Rechnung aus den Tabellen I—XIII ergiebt, das vom Antimonglanz reflectirte Licht rechtselliptisch polarisirt. Die Reflexion am Antimonglanz würde also nach JAMIN als negativ zu bezeichnen sein. Da nun in den Formeln auf p. 214 die Festsetzung getroffen worden ist, dass die parallel zur Einfallsebene polarisirte Componente als die schnellere angesehen werden soll, so ergiebt sich im vorliegenden Falle, dass für einfallendes, unter 45° polarisirtes Licht die Phasendifferenz Δ für senkrechten Einfall Null, für streifenden gleich π ist. DRUDE dagegen wählt, gleichviel, ob die Reflexion positiv oder negativ ist, die Phasendifferenz Δ für senkrechten Einfall gleich π, für streifenden gleich Null. Weil die zur Berechnung von n und $\varkappa$ dienenden Formeln die letztgenannte Voraussetzung benutzen, so wollen wir uns im Folgenden auch der DRUDE'schen Festsetzung anschliessen, d. h. wir wollen die senkrecht zur Einfallsebene polarisirte Welle als die schnellere betrachten. Dann ergeben sich die Tabellen XVII und XVIII.

XVII. Die Phasendifferenz Δ in der ersten Hauptlage.

Lichtart	76°	77°	78°	79°	80°	81°
C	$\pi - 43°\,11'$	$\pi - 65°\,51'$	$77°\ 6'$	$47°\,13'$	$31°\,19'$	—
610 $\mu\mu$. .	$\pi - 69\ 47$	$\pi - 81\ 9$	$67\ 4$	$50\ 31$	$36\ 41$	—
D	$\pi - 58\ 31$	$\pi - 79\ 59$	$70\ 40$	$59\ 30$	$37\ 31$	—
E	$\pi - 58\ 54$	$\pi - 72\ 30$	$\pi - 87\ 45$	$78\ 59$	$47\ 29$	—
510 $\mu\mu$. .	$\pi - 54\ 8$	$\pi - 73\ 58$	$88\ 53$	$76\ 9$	$58\ 27$	—
F	—	$\pi - 74\ 42$	$\pi - 88\ 32$	$81\ 16$	$62\ 25$	—
460 $\mu\mu$. .	—	—	$\pi - 85\ 35$	$78\ 41$	$67\ 9$	$53°\,12'$
G	$\pi - 63\ 59$	$\pi - 76\ 0$	$\pi - 88\ 58$	$81\ 16$	$70\ 7$	$54\ 9$

XVIII. Die Phasendifferenz Δ in der zweiten Hauptlage.

Lichtart	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°
C . . .	$\pi - 15°\,38'$	$\pi - 22°\,40'$	$\pi - 47°\ 7'$	$44°\ 6'$	$17°\ 9'$	—	—
610 $\mu\mu$.	$\pi - 16\ 52$	$\pi - 38\ 26$	$\pi - 60\ 8$	$86\ 31$	$30\ 32$	—	—
D . . .	$\pi - 23\ 11$	$\pi - 31\ 16$	$\pi - 45\ 8$	$\pi - 77\ 43$	$56\ 26$	—	—
E . . .	$\pi - 32\ 51$	$\pi - 37\ 27$	$\pi - 47\ 16$	$\pi - 60\ 49$	$\pi - 89\ 11$	$66°\ 3'$	—
510 $\mu\mu$.	$\pi - 32\ 10$	$\pi - 40\ 55$	$\pi - 56\ 9$	$\pi - 63\ 4$	$\pi - 88\ 42$	$70\ 37$	—
F . . .	—	$\pi - 47\ 53$	$\pi - 54\ 58$	$\pi - 63\ 17$	$\pi - 77\ 30$	$78\ 24$	$28°\,27'$
460 $\mu\mu$.	—	—	$\pi - 60\ 27$	$\pi - 70\ 12$	$\pi - 85\ 22$	$81\ 4$	$22\ 41$
G . . .	$\pi - 57\ 40$	$\pi - 58\ 57$	$\pi - 71\ 55$	$\pi - 77\ 15$	$89\ 52$	$79\ 40$	—

Digitized by Google

Der Winkel 2ψ, welcher das Amplitudenverhältniss tang ψ bestimmt, berechnet sich aus den Ablesungen folgendermaassen:

XIX. Der Winkel 2ψ in der ersten Hauptlage.

Lichtart	Einfallswinkel					
	76°	77°	78°	79°	80°	81°
C	11°49′	8°15′	7° 8′	8°33′	13°52′	—
610 $\mu\mu$	11 1	10 5	10 55	13 2	17 4	—
D	13 18	11 22	11 9	12 12	16 5	—
E	17 57	14 51	14 18	14 21	18 40	—
510 $\mu\mu$	18 9	16 29	16 43	16 25	18 59	—
F	—	20 37	18 48	18 38	20 31	—
460 $\mu\mu$	—	—	22 35	23 0	25 4	25°14′
G	29 43	25 26	26 5	25 16	27 5	29 42

XX. Der Winkel 2ψ in der zweiten Hauptlage.

Lichtart	Einfallswinkel						
	76°	77°	78°	79°	80°	81°	82°
C . . .	11°53′	7°33′	2°55′	4°58′	10°48′	—	—
610 $\mu\mu$.	15 20	10 51	7 8	5 29	10 35	—	—
D . . .	17 51	14 2	9 47	6 43	7 23	—	—
E . . .	26 22	19 27	17 15	15 15	13 40	14°59′	—
510 $\mu\mu$.	28 13	24 52	21 0	19 25	17 5	15 38	—
F . . .	—	30 16	27 15	23 7	22 0	22 32	25° 8′
460 $\mu\mu$.	—	—	31 4	30 9	29 2	27 53	30 31
G . . .	39 55	38 10	37 9	35 3	35 0	34 0	—

Die Haupteinfallswinkel habe ich aus den Tabellen XVII und XVIII durch graphische Interpolation bestimmt.

XXI. Die Dispersion der Haupteinfallswinkel.

	C	610 $\mu\mu$	D	E	510 $\mu\mu$	F	460 $\mu\mu$	G
I. Hauptlage	77°33′	77° 0′	77°22′ [1]	78°15′	77°57′	78°12′	78°18′	78°12′
II. Hauptlage	78 30	78 55	79 18 [1]	80 5	80 8	80 30	80 24	80 0

[1] Drude giebt als Haupteinfallswinkel für die D-Linie 77° 30′ und 78° 20′. Aus seiner Fig. 5 sowohl als aus seiner Tabelle XVII folgt aber für die zweite Hauptlage der Haupteinfallswinkel zu 79° 20′.

Digitized by Google

Setzen wir:

$$\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta} = A + Bi, \quad \sqrt{\beta} - \sqrt{\alpha} = C + Di,$$

so ergeben sich aus den beobachteten ψ und Δ nach den Formeln IV und V (p. 214) folgende Werthe für die A, B, C, D.

XXII. C-Linie.

Einfallswinkel	A	B	C	D
70°[1]	0,4483	0,03315	0,00653	0,01383
76	0,4286	0,04322	0,00800	0,01728
77	0,4310	0,04007	0,01085	0,01677
78	0,4316	0,03488	0,01100	0,01763
79	0,4281	0,03675	0,00700	0,01053
80	0,4329	0,04011	0,00405	0,01507
Mittel	0,4334	0,03803	0,00790	0,0151

XXIII. $\lambda = 610\ \mu\mu$.

Einfallswinkel	A	B	C	D
76°	0,4343	0,05895	0,03453	0,02445
77	0,4301	0,06409	0,02201	0,01424
78	0,4335	0,06295	0,02501	0,01732
79	0,4234	0,05923	0,02504	0,01975
80	0,4329	0,06089	0,01382	0,01998
Mittel	0,4308	0,06122	0,02408	0,01915

XXIV. D-Linie.

Einfallswinkel	A	B	C	D
76°	0,4141	0,06919	0,02882	0,01851
77	0,4151	0,0692	0,0309	0,0179
78	0,4190	0,0657	0,0335	0,0174
79	0,4087	0,0625	0,0232	0,0170
80	0,4116	0,05935	0,02766	0,01702
Mittel	0,4137	0,06519	0,02882	0,0176

[1] Die zu diesen Zahlen führenden Beobachtungen sind im Vorhergehenden nicht aufgeführt, sie ergaben $\Delta_1 = \pi - 11°24'$, $\Delta_2 = \pi - 3°25'$, $2\psi_1 = 29°18'$, $2\psi_2 = 30°50'$.

Digitized by Google

XXV. E-Linie.

Einfallswinkel	A	B	C	D
76°	0,3785	0,1036	0,03844	0,01193
77	0,3893	0,0917	0,03248	0,01430
78	0,3814	0,09251	0,03282	0,01257
79	0,3707	0,09087	0,02983	0,00956
80	0,3898	0,09604	0,04056	0,01103
Mittel	0,3819	0,09294	0,03483	0,01188

XXVI. $\lambda = 510\ \mu\mu$.

Einfallswinkel	A	B	C	D
76°	0,3682	0,1011	0,03984	0,007702
77	0,3739	0,1094	0,04297	0,009400
78	0,3783	0,1168	0,03685	0,008191
79	0,3661	0,1093	0,03853	0,006757
80	0,3742	0,1121	0,03211	0,007147
Mittel	0,3721	0,1097	0,03806	0,007839

XXVII. F-Linie.

Einfallswinkel	A	B	C	D
77°	0,3559	0,1398	0,04516	0,006723
78	0,3570	0,1339	0,04681	0,004504
79	0,3521	0,1248	0,03944	0,006222
80	0,3538	0,1270	0,04388	0,005478
Mittel	0,3547	0,1314	0,04382	0,005732

XXVIII. $\lambda = 460\ \mu\mu$.

Einfallswinkel	A	B	C	D
78°	0,3434	0,1586	0,04265	0,002810
79	0,3438	0,1621	0,04750	0,002044
80	0,3447	0,1670	0,04089	0,000303
81	0,3477	0,1534	0,03999	— 0,006077
Mittel	0,3449	0,1603	0,04276	— 0,000230

Digitized by Google

XXIX. G-Linie.

Einfallswinkel	A	B	C	D
76°	0,3300	0,1977	0,03255	— 0,008616
77	0,3350	0,1846	0,04751	— 0,005117
78	0,3394	0,1998	0,04387	— 0,009387
79	0,3354	0,1878	0,04426	— 0,008469
80	0,3354	0,1936	0,03924	— 0,01141
81	0,3440	0,1887	0,04621	— 0,006963
Mittel . . .	0,3365	0,1920	0,04227	— 0,008327

Die optischen Constanten $\alpha = a_{11} + i a_{12}$ und $\beta = a_{21} + i a_{22}$, welche sich aus den ABCD berechnen, sind in der Tabelle XXX zusammengestellt.

XXX. Die Constanten α und β.

	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}
C	0,0451	0,0049	0,0480	0,0117
610 $\mu\mu$ . . .	0,0409	0,0086	0,0501	0,0183
D	0,0365	0,0092	0,0472	0,0183
E	0,0285	0,0141	0,0406	0,0218
510 $\mu\mu$ . . .	0,0253	0,0170	0,0386	0,0241
F	0,0202	0,0195	0,0350	0,0273
460 $\mu\mu$ . . .	0,0164	0,0242	0,0312	0,0310
G	0,0116	0,0295	0,0274	0,0348

Von den Constanten α und β aus gelangt man dann unter Benutzung der auf p. 215 angegebenen Formeln zu den Werthen von n und $\varkappa$.

XXXI. Brechungsindices n_1, n_2 und Absorptionsindices $\varkappa_1$, $\varkappa_2$.

Lichtart	n_1	$\varkappa_1$	n_2	$\varkappa_2$
C	4,69	0,0537	4,47	0,120
610 $\mu\mu$ . . .	4,87	0,104	4,26	0,177
D	5,12	0,124	4,37	0,187
E	5,47	0,234	4,52	0,252
510 $\mu\mu$ . . .	5.48	0,305	4,51	0,286
F	5,53	0,404	4,49	0,344
460 $\mu\mu$ . . .	5,17	0,531	4,41	0,413
G	4,65	0,681	4,28	0,485

Digitized by Google

Die Curven für die Dispersion der Brechungsindices n und Absorptionsindices $\varkappa$, welche sich auf Grund dieser Resultate zeichnen lassen, haben eine eigenthümliche Gestalt.

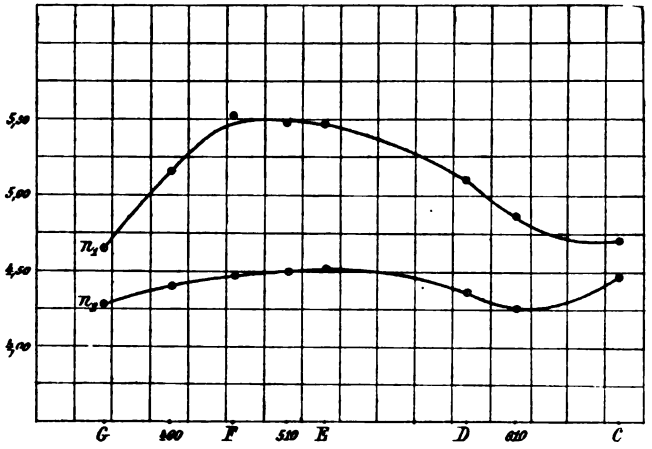


Fig. 21. Dispersionscurven des Antimonglanzes.

Die Curven für n zeigen für zunehmende Werthe der Wellenlänge zunächst Maxima, dann in der Nähe der D-Linie Wendepunkte, darauf ein Minimum. Die Curve für n_2 verläuft beträchtlich flacher als diejenige für n_1.

Die Doppelbrechung $n_1 - n_2$ hat folgende Werthe:

XXXIa. Doppelbrechung $n_1 - n_2$.

C	0,22
610 $\mu\mu$	0,61
D	0,75
E	0,95
510 $\mu\mu$	0,97
F	1,04
460 $\mu\mu$	0,76
G	0,37

Am geringsten ist die Doppelbrechung für die C-Linie, dort ist sie aber immer noch ungefähr so gross wie die des Kalkspaths. Die stärkste Doppelbrechung ist in der Nähe der F-Linie vorhanden, sie ist etwa viermal grösser als die des Kalkspaths. Dies veranschaulicht Fig. 22.

Digitized by Google

Aus den Tabellen XXXI und XXXIa und dem Anblicke der Curven (Fig. 21 und 22) geht deutlich hervor, dass der Antimonglanz nicht nur der **am stärksten brechende**, sondern insbesondere der **am stärksten doppeltbrechende** bekannte Körper ist.

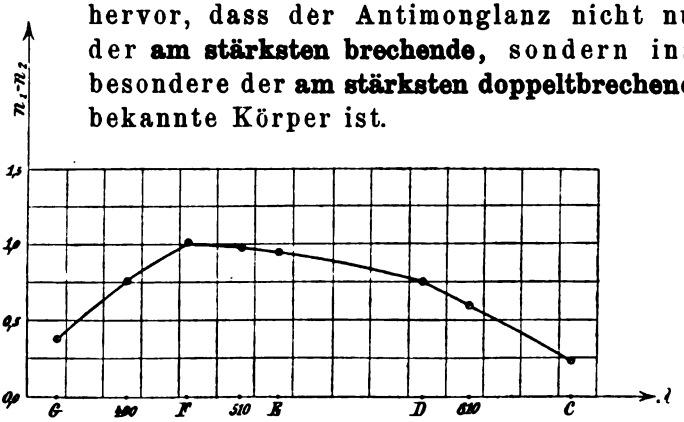


Fig. 22. Die Stärke der Doppelbrechung $n_1 - n_2$ des Antimonglanzes in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge λ.

Im Gegensatze dazu verlaufen die Absorptionscurven ohne Maxima und Minima (Fig. 23). Sie fallen beständig von Violett nach Roth. Bemerkenswerth ist, dass sie sich zwischen der E- und F-Linie durchschneiden.

Es ist schliesslich noch von Interesse, die Constanten, welche DRUDE für Na-Licht ermittelt hat, mit denen zu vergleichen, die sich bei meinen Messungen ergeben haben.

	A	B	C	D
DRUDE . . .	0,4121	0,0629	0,0272	0,0172
MÜLLER . . .	0,4137	0,0652	0,0288	0,0176

	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}
DRUDE . . .	0,0364	0,0088	0,0469	0,0176
MÜLLER . . .	0,0365	0,0092	0,0472	0,0183

Die Constanten ABCD und $\alpha\beta$ stimmen somit befriedigend überein, um so merkwürdiger ist es, dass die Werthe von n und $\varkappa$ ziemlich beträchtliche Abweichungen

Digitized by Google

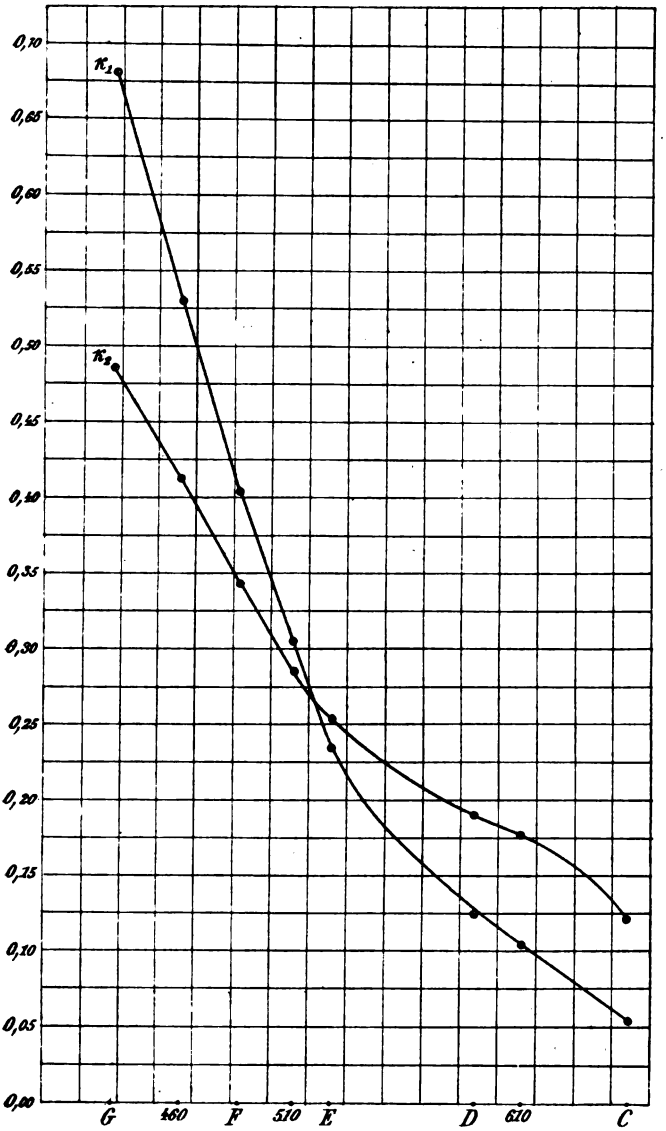


Fig. 28. Absorptionscurven des Antimonglanzes.

aufweisen. Aus diesem Grunde habe ich n und $\varkappa$ noch einmal aus DRUDE's Constanten A B C D und aus seinen $\alpha\beta$ in doppelter Weise berechnet; die so erhaltenen Resultate zeigen nur unerhebliche Differenzen gegen die meinigen.

Digitized by Google

	Von Drude angegebene Werthe	Aus Drude's $\alpha\beta$ von mir berechnete Werthe	Aus Drude's ABCD von mir berechnete Werthe	Meine Werthe
$\varkappa_1$ . . .	0,143	0,119	0,119	0,124
n_1 . . .	5,17	5,13	5,13	5,12
$\varkappa_2$ . . .	0,177	0,181	0,182	0,187
n_2 . . .	4,49	4,40	4,41	4,37.

§ 8. Beobachtungen über Oberflächenschichten.

Um zu prüfen, ob die von Drude beobachtete Wirkung der Oberflächenschicht auch für andere Farben des Spectrums dieselbe bleibt, habe ich für die C- und E-Linie, sowie für $\lambda = 460\,\mu\mu$ zu beiden Seiten des Haupteinfallswinkels an einer frischen und einer 8 Tage alten Fläche die folgenden Beobachtungen vorgenommen:

XXXII. C-Linie. Erste Hauptlage.

	Einfallswinkel 77°		Einfallswinkel 78°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	8°15′	$\pi - 65°51'$	7° 8′	77° 6′
8 Tage alt . . .	10 0	$\pi - 68\ 17$	9 38	79 32
Differenz	1°45′	$-2°26'$	2°30′	$+2°26'$

XXXIII. E-Linie. Erste Hauptlage.

	Einfallswinkel 78°		Einfallswinkel 79°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	14°18′	$\pi - 87°45'$	14°21′	78°59′
8 Tage alt . . .	15 21	86 51	17 25	67 26
Differenz	1° 3′	$-5°21'$	3° 4′	$-11°33'$

XXXIV. $\lambda = 460\,\mu\mu$. Erste Hauptlage.

	Einfallswinkel 78°		Einfallswinkel 79°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	22°35′	$\pi - 85°35'$	23° 0′	78°41′
8 Tage alt . . .	24 19	89 55	24 30	77 30
Differenz	1°44′	$-4°30'$	1°30′	$-1°11'$

Digitized by Google

XXXV. C-Linie. Zweite Hauptlage.

	Einfallswinkel 78°		Einfallswinkel 79°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	2°55′	$\pi - 47°\ 7'$	4°58′	44° 6′
8 Tage alt . . .	6 20	$\pi - 70\ 44$	6 47	50 55
Differenz	3°25′	− 23°37′	1°49′	+ 6°49′

XXXVI. E-Linie. Zweite Hauptlage.

	Einfallswinkel 80°		Einfallswinkel 81°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	13°40′	$\pi - 89°11'$	14°59′	66° 3′
8 Tage alt . . .	16 56	90 0	18 3	68 52
Differenz	3°16′	− 0°49′	3° 4′	+ 2°49′

XXXVII. $\lambda = 460\ \mu\mu$. Zweite Hauptlage.

	Einfallswinkel 80°		Einfallswinkel 81°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ
ca. 1 Tag alt . . .	29° 2′	$\pi - 85°22'$	27°53′	81° 4′
8 Tage alt . . .	32 20	$\pi - 86\ 53$	32 56	80 52
Differenz	3°18′	− 1°31′	5° 3′	− 0°12′

Aus diesen Tabellen ist zunächst ersichtlich, dass das Amplitudenverhältniss in der Nähe des Haupteinfallswinkels für die beobachteten und somit wahrscheinlich für alle Wellenlängen wächst.

Was die Phasendifferenz anbelangt, so ist es kaum einem Zweifel unterworfen, dass der Verlauf ihrer Änderungen im Grossen und Ganzen für alle Farben der gleiche ist, wie ihn Drude für Na-Licht ermittelt hat (vergl. Fig. 3a).

Für alle Farben liegt der Schnittpunkt der obigen Curve mit der Abscissenaxe rechts von dem Punkte der Abscissenaxe, der den ursprünglichen Haupteinfallswinkel bezeichnet. Der Haupteinfallswinkel wird also durch die Wirkung der Oberflächenschichten stets etwas erniedrigt. Das geschilderte Verhalten wird in der That durch die Beobachtungsresultate der Tabellen XXXI—XXXVII nahegelegt, denn niemals ist vor dem ursprünglichen Haupteinfallswinkel eine

Digitized by Google

Zunahme der Phasendifferenz beobachtet, wohl aber hinter dem ursprünglichen Haupteinfallswinkel Abnahme oder Zunahme, je nachdem der benutzte Einfallswinkel noch in das Gebiet der Abnahme oder schon in dasjenige der Zunahme fällt.

Da mein Beobachtungsmaterial gering war, so konnte ich nur an jedem Tage eine neue Spaltfläche herstellen. Um ungefähr ein Urtheil zu gewinnen, wie gross die Veränderung von Δ und ψ im Laufe eines Tages höchstens ist, habe ich Beobachtungen an einer frischen Fläche um 10 Uhr Vormittags und 5 Uhr Nachmittags angestellt, nachdem die Fläche während des Tages zu anderen Beobachtungen verwandt war. Ich beobachtete für die C- und E-Linie, sowie für $\lambda = 460\ \mu\mu$ in beiden Hauptlagen und für einen Einfallswinkel nahe am Haupteinfallswinkel, weil dort der Einfluss der Oberflächenschichten am grössten ist. Da die Messungen sehr schnell geschehen mussten, so konnten nur jedesmal 2—3 Einstellungen gemacht werden. Infolgedessen haben die Beobachtungsfehler in Rücksicht auf die in Betracht kommenden geringen Veränderungen von Δ und ψ theilweise erheblichen Einfluss geübt. Trotzdem theile ich die Resultate mit. Es ergab sich Tabelle XXXVIII und XXXIX:

XXXVIII. Erste Hauptlage.

	C-Linie		E-Linie		$\lambda = 460\ \mu\mu$	
	Einfallswinkel 77°		Einfallswinkel 78°		Einfallswinkel 78°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ	2ψ	Δ
Morgen . . .	7°55′	$\pi - 60°40'$	13°42′	$\pi - 87°41'$	22° 8′	$\pi - 86°23'$
Abend . . .	7 57	$\pi - 73\ 2$	15 18	89 2	23 15	90 0
Differenz . .	0° 2′	$-12°22'$	1°36′	$-3°17'$	1° 7′	$-3°37'$

XXXIX. Zweite Hauptlage.

	C-Linie		E-Linie		$\lambda = 460\ \mu\mu$	
	Einfallswinkel 78°		Einfallswinkel 80°		Einfallswinkel 80°	
	2ψ	Δ	2ψ	Δ	2ψ	Δ
Morgen . . .	2°30′	$\pi - 74°29'$	13°19′	89°26′	28° 0′	$\pi - 85°14'$
Abend . . .	3 8	$\pi - 64\ 49$	15 11	$\pi - 88\ 17$	29 22	$\pi - 87\ 31$
Differenz . .	0°38′	$+9°40'$	1°52′	$+2°17'$	1°22′	$-2°17'$

Digitized by Google

Die erhaltenen Werthe widersprechen z. Th. den Tabellen XXXII—XXXVII. So für C-Linie, zweite Hauptlage, wegen des dort besonders grossen Einflusses der Beobachtungsfehler, ferner bei der E-Linie, zweite Hauptlage, wo die sehr geringe Änderung von Δ (vergl. Tabelle XXXVI) sich in den Beobachtungsfehlern versteckt. Man wird aber wohl nicht sehr fehlgehen, wenn man als durchschnittliche Erhöhung von ψ innerhalb eines Tages höchstens $\frac{1}{4}^0$, für die Änderung von Δ während desselben Zeitraumes höchstens ca. 3^0 annimmt.

In einer späteren Arbeit[1] hat Drude darauf hingewiesen, dass, wie aus der Theorie folgt, für grosse Einfallswinkel die Gesetze der Reflexion am Antimonglanz in der ersten resp. zweiten Hauptlage annähernd die gleichen sind, als wenn ein isotropes Medium mit den optischen Constanten β resp. α reflectire. Durch directen Vergleich derjenigen Werthe von n und $\varkappa$, die aus den beobachteten Δ und ψ nach den Formeln für gewöhnliche Metallreflexion berechnet waren, mit denen, die sich nach den Formeln von p. 215 ergaben, konnte ich feststellen, dass diese Annäherung in der That ausserordentlich gross ist. Bei der Metallreflexion hängen n und $\varkappa$ vom Haupteinfallswinkel $\overline{\varphi}$ und vom Hauptazimuth tang $\overline{\psi}$ in folgender Weise ab:

$$n = \sin \overline{\varphi} \operatorname{tang} \overline{\varphi} \cos 2\overline{\psi}$$
$$\varkappa = \operatorname{tang} 2\overline{\psi}.$$

Daraus ergiebt sich zunächst:

$$d\varkappa = \frac{d\, 2\overline{\psi}}{\cos^2 2\psi}.$$

Da $2\overline{\psi}$ höchstens ca. 35^0 sein kann, so ist $\frac{1}{\cos^2 2\overline{\psi}}$ höchstens 1,5. Die durch Bildung von Oberflächenschichten innerhalb eines Beobachtungstages hervorgerufene Vergrösserung des Winkels $2\overline{\psi}$ beträgt, wie oben gezeigt, ca. $1\frac{1}{2}^0 = 0{,}026$, so dass also die infolge der Veränderung der Spaltfläche hervorgerufene Zunahme von $\varkappa$ nicht grösser als ca. 0,04 sein kann.

---

[1] P. Drude, Über Oberflächenschichten. II. Theil. Wied. Ann. **36**. 889. 1889.

Digitized by Google

Weiter ist:

$$dn = \cos 2\bar{\psi} \left(\operatorname{tang} \bar{\varphi} \cos \bar{\varphi} + \frac{\sin \bar{\varphi}}{\cos^2 \bar{\varphi}} \right) d\bar{\varphi} - \sin \bar{\varphi} \operatorname{tang} \bar{\varphi} \sin 2\bar{\psi}\, d\, 2\bar{\psi}.$$

Der Winkel $\bar{\varphi}$ liegt zwischen 78° und 80°. Die Abnahme $d\bar{\varphi}$ kann innerhalb eines Tages höchstens ca. 10′ betragen; dies ist aus den im Anfang dieses Paragraphen mitgetheilten Beobachtungen zu entnehmen; dann aber ergiebt sich, dass die Abnahme des Brechungsindex dn innerhalb eines Tages nicht grösser als ca. 0,1 ist.

§ 4. Die Messungen de Senarmont's.

Es erübrigt noch, die Messungen Senarmont's eingehender zu betrachten. Vergleicht man dieselben mit denjenigen Drude's für die entsprechenden Einfallswinkel, so ergiebt sich eine auffallende Übereinstimmung, freilich abgesehen von denjenigen Zahlen, die durch die Oberflächenschichten verändert sind. Ich theile zunächst die Tabelle mit, in der die zu gleichen Einfallswinkeln gehörenden Beobachtungszahlen nebeneinander geschrieben sind (s. Tabelle p. 249).

Man sieht hier deutlich den Einfluss der Oberflächenschichten. Je näher man dem Haupteinfallswinkel kommt, desto mehr weichen die Zahlen im Sinne der Wirkung der Oberflächenschicht von einander ab. Die Haupteinfallswinkel, welche Senarmont ermittelte, zeigen gegen die von Drude gegebenen und gegen die meinigen eine bedeutende Erniedrigung. Es ist nämlich:

nach Drude:

$$\bar{\varphi}_1 = 77^\circ 30', \qquad \bar{\varphi}_2 = 79^\circ 20',$$

nach Senarmont:

$$\bar{\varphi}_1 = 76^\circ 30', \qquad \bar{\varphi}_2 = 78^\circ 30'.$$

Auch diese Abweichung ist wohl wesentlich Wirkung von Oberflächenschichten.

Senarmont vermuthete also mit Recht, dass die von ihm gefundenen Zahlen gute Mittelwerthe seien; sie stimmen in der That mit den für die hellste Lichtsorte des Spectrums gültigen überein. Doch ist es Senarmont dabei entgangen, dass die Spaltfläche ihre optische Natur mit der Zeit ändert.

Digitized by Google

XL. Werthe von tang ψ.

Einfallswinkel	Erste Hauptlage		Zweite Hauptlage	
	Senarmont	Drude	Senarmont	Drude
30°	0,842	0,844	0,929	0,944
35	0,805	0,801	0,893	0,902
40	0,762	0,756	0,841	0,846
45	0,706	0,712	0,790	0,792
50	0,644	0,656	0,729	0,727
55	0,572	0,578	0,647	0,656
60	0,487	0,501	0,559	0,580
62 30′	0,445	—	0,517	—
65	0,396	0,396	0,460	0,469
67 30	0,342	—	0,403	—
70	0,291	0,277	0,336	0,350
72	0,250	0,221	0,280	0,286
74	0,209	0,166	0,226	0,216
76	—	0,109	0,177	0,142
76 36	0,166	—	—	—
77	—	0,092	—	0,105
78	0,180	0,087	—	0,075
78 30	—	—	0,140	—
79	—	0,106	—	0,059
80	0,237	0,154	0,166	0,087
82	0,314	—	0,240	—
84	0,426	—	0,362	—
85	—	0,449	—	0,380
86	0,571	—	0,507	—
87	—	0,638	—	0,585
88	0,755	—	0,730	—
89	—	0,855	—	0,823

Dies Resultat erscheint nicht wunderbar, wenn man erwägt, dass Senarmont zu seinen Messungen eine „gute Uhrlampe“ benutzte, d. h. eine Öllampe, in deren Flamme das Na-Licht den überwiegenden Bestandtheil bildete, so dass er wesentlich mit Na-Licht beobachtete.

Ergebnisse.

1. Bei Reflexionsbeobachtungen an absorbirenden Körpern mit dem Glimmercompensator wird zunächst Lage und Axenverhältniss der elliptischen Schwingung und daraus Phasendifferenz und Amplitudenverhältniss der Componenten

Digitized by Google

parallel und senkrecht zur Einfallsebene bestimmt. Es zeigt sich, dass bei stark absorbirenden Substanzen die Beobachtungsfehler auf diese vier Grössen nur geringen Einfluss ausüben. Auch bei schwach absorbirenden Körpern werden Lage und Axenverhältnisse der Ellipse, sowie das Amplitudenverhältniss der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene mit hinreichender Genauigkeit ermittelt, dagegen wird die Phasendifferenz der Componenten parallel und senkrecht zur Einfallsebene durch die Beobachtungsfehler ausserordentlich stark beeinflusst. Diese Verhältnisse sind durch graphische Darstellung erläutert in den Fig. 10—15. Der Glimmercompensator ist demnach zur Bestimmung des Brechungsindex und des Absorptionsindex schwach absorbirender Körper nicht geeignet.

2. P. Drude hat aus seinen Beobachtungen der Lichtreflexion am Antimonglanz geschlossen, dass die optischen Symmetrielinien des Antimonglanzes nicht mit seinen krystallographischen zusammenfallen. Demgegenüber ist durch einen einfachen Versuch (p. 220) nachgewiesen worden, dass die optischen Symmetrielinien des Antimonglanzes mit seinen krystallographischen identisch sind und dass die Folgerungen Drude's auf einer irrthümlichen Voraussetzung beruhen.

3. Die Erscheinungen, aus denen Drude eine optische Anomalie des Antimonglanzes gefolgert hat, stehen vollkommen im Einklang mit seiner Lichttheorie für normale absorbirende rhombische Krystalle. Darin liegt ebenfalls ein Beweis für die Identität der optischen und krystallographischen Symmetrierichtungen.

4. Die Dispersionscurven der beiden Wellen, die sich im Antimonglanz senkrecht zur Spaltfläche nach {010} fortpflanzen, zeigen mit wachsender Wellenlänge zunächst ein Maximum, dann einen Wendepunkt und im Roth ein Minimum. Die Absorptionscurven fallen beständig vom Blau nach Roth und weisen keine ausgezeichneten Punkte auf. Sie durchschneiden sich in der Nähe der E-Linie.

5. Der Antimonglanz ist nicht nur der am stärksten brechende, sondern auch der am stärksten doppeltbrechende bisher bekannte Körper.

Göttingen, Mineralogisches Institut, Sommer 1900 und 1902.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

I. Historische Einleitung 187
§ 1. Untersuchungen H. DE SENARMONT's über die Lichtreflexion am Antimonglanz 187
§ 2. DRUDE's Beobachtungen am Antimonglanz 194
II. Der Glimmercompensator 197
§ 1. Definitionen. Eigenschaften der Componenten einer elliptischen Schwingung 197
§ 2. Benutzung dieser Eigenschaften beim Glimmercompensator 200
III. Einfluss der Beobachtungsfehler bei Anwendung des Glimmercompensators 205
IV. Die Ermittelung der optischen Constanten absorbirender rhombischer Krystalle durch Reflexionsbeobachtungen 212
V. Die optische Symmetrie des Antimonglanzes 215
VI. Dispersion und Absorption des Lichtes im Antimonglanz . . . 227
§ 1. Die zu den Beobachtungen benutzten Instrumente . . . 227
§ 2. Beobachtungen 229
§ 3. Beobachtungen über Oberflächenschichten 244
§ 4. Die Messungen DE SENARMONT's 248
Ergebnisse 249

Digitized by Google

Beiträge zur Geologie und Palaeontologie von Südamerika.

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben

von **G. Steinmann.**

X.

Ueber die Kreideformation in Südamerika und ihre Beziehungen zu anderen Gebieten.

I. Theil.

Von

W. Paulcke in Freiburg i. B.

Mit Taf. XV—XVII und 5 Textfiguren.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit stellt den ersten Theil der Bearbeitung südamerikanischer Kreidefossilien dar, welche einer Fauna angehören, die wegen ihrer Beziehungen zu mediterranen Kreideformen von Interesse ist. Beim Vergleich der chilenisch-peruanischen Fossilien mit denen anderer Gebiete trat naturgemäss dieser Punkt in den Vordergrund der Betrachtungen. Ein allgemeiner Vergleich der südamerikanischen Kreidefauna mit derjenigen anderer Kreidegebiete wird erspriesslicherweise besser erst dann angestellt werden, wenn die Bearbeitung patagonischen Kreidematerials, welche von anderer, wie von meiner Seite erfolgt, beendet sein wird. Es soll dann diesem I. Theil ein zweiter folgen.

Die Versteinerungen, welche in dem vorliegenden Beitrag ihre Bearbeitung finden, stammen aus der Cordillere von Chile

Digitized by Google

und Peru. Die Arbeit stellt für Peru eine Ergänzung der von Dr. GERHARDT behandelten Fauna dar, und vervollständigt unsere Kenntniss vor Allem der oberen Kreide dieses Landes.

Die meisten Exemplare wurden von den Herren Dr. REISS und Dr. STÜBEL gesammelt, und gehören der Sammlung der Universität Strassburg an. Z. Th. (die Gastropoden) gehören die beschriebenen Formen dem Senckenbergischen Museum und entstammen den Aufsammlungen des Herrn J. BAMBERGER.

Ferner versuchte ich — soweit dies bei der Beschaffenheit der GABB'schen Abbildungen möglich ist — für eine wichtige Art, *Placenticeras attenuatum*, die stratigraphische Stellung durch Vergleich mit dem nahe verwandten *syrtale* MORTON zu fixiren.

Die chilenische Fauna entstammt der unteren Kreide. Die meisten Exemplare wurden von STEINMANN gesammelt, und gehören dem Strassburger Museum. Einige erhielt STEINMANN von DOMEYKO als Geschenk. Und schliesslich entstammen ein paar Stücke dem Römer-Museum in Hildesheim.

Allen den Herren, die mir das Material in entgegenkommenster Weise zur Bearbeitung überliessen: Herrn Prof. Dr. BENECKE, Prof. Dr. KINKELIN und Prof. ANDREAE, spreche ich meinen besten Dank aus.

Herrn Prof. Dr. STEINMANN, meinem hochverehrten Lehrer, danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und die Unterstützung, welche er mir gewährte. Theilweise lagen schon Benennungen und handschriftliche Notizen von seiner Hand vor, was stets bei der betreffenden Art durch den Zusatz „Manuscript" vermerkt ist.

Herrn SCHILLING spreche ich meinen Dank für die exacte Herstellung der Abbildungen aus.

Von der geologisch-palaeontologischen Literatur kommen folgende Werke in Betracht:

Literaturverzeichniss.

AGASSIZ, L.: Études critiques sur les Mollusques fossiles. Monographie des Myes. Neuchâtel 1842—1845.

ANTHULA, Dim. J.: Über die Kreidefossilien des Kaukasus. Beitr. z. Pal. u. Geol. Österr.-Ungarns u. d. Orients. **12**. Wien u. Leipzig 1900.

BAILY: Description of some Cretaceous Fossils from Southern Africa. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1855. **11**. p. 454 ff.

Digitized by Google

Bayle: 1. in Fournel: Rich. minér. de l'Algérie.
— 2. Explication de la carte géologique de France. 4. Atlas pal. Paris 1878.
— 3. Bayle et Coquand: Mémoire sur les Fossiles secondaires recueillis dans le Chile par Ign. Domeyko. Mém. soc. géol. de France. Paris. (2.) 4. 1851.
Behrendsen, O.: Zur Geologie des Ostabhanges der argentinischen Cordillere. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1891—1892.
Blanckenhorn: 1. Die geognostischen Verhältnisse von Afrika. I. Theil: Der Atlas, das nordafrikanische Faltengebirge. Petermann's Mitth. Ergänzungsh. No. 90. 1888.
— 2. Beiträge zur Geologie Syriens: Die Entwickelung des Kreidesystems in Mittel- und Nordsyrien. Cassel 1890.
— 3. Neues zur Geologie und Palaeontologie Ägyptens. I. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 52. p. 21—47.
— 4. Studien in der Kreideformation im südlichen und westlichen Siebenbürgen. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 52. Sitz.-Prot. p. 23.
Blanford: Geological notes on the Hills in the neighbourhood of the Sind and Punjab Frontier between Quetta and Dera Ghazi Khan. Mem. of the Geol. Survey of India. 20. Part 2. Calcutta 1883.
Blanford and Stoliczka: Cretaceous fauna of Southern India. cf. Palaeont. Indica.
Bodenbender, G.: Sobre el terreno jurasico y cretáceo de los Andes Argentinos entre el Rio diamante y Rio Limay. B. A. N. C. 13. 1892.
Böhm, G.: Beiträge zur Kenntniss der Kreide in den Südalpen. I. Die Schiosi- und Calloneghe-Fauna. Palaeontographica. 41. 1895.
Bose: Geology of the Lower Narbadá Valley between Nimávar and Káwant. Mem. of the Geol. Surv. Ind. 21. art 1. Calcutta 1885.
Brackebusch, L.: cf. Globus LXIII. 1894.
Branco: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der fossilen Cephalopoden. Palaeontographica. 26.
Branner: The Cretaceous and Tertiary Geology of the Sergipe-Alagôas Bazin of Brazil. Transact. Philos. Soc. held at Philadelphia for promoting useful Knowledge. 16. p. 369 ff. Philadelphia 1890.
Brossard: Essai const. phys. et géol. rég. mérid. subd. Sétif. Mém. soc. géol. de France. (2.) 8. 1867.
v. Buch, L.: Monatsblätter über die Verh. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin. 9. p. 54. Taf. 1 Fig. 1.
Calcara (1845): Mollusci viv. ed fossili della Sicilia.
Choffat, Paul: 1. Recueil de Monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Première Étude. Lisbonne 1885.
— 2. Recueil d'Études pal. sur la Faune Crét. du Portugal. 1. (1.) Lisbonne 1886.
Ciofalo: 1. Note sul cretaceo medio di Caltao. 1876.
— 2. Su di alcune nuove specie del cretaceo medio. 1877.
Clark (William Bulloc): The mesozoic echinodermata of the United States. U. S. Geol. Surv. Washington. 1893. Bulletin No. 90.

Digitized by Google

Conrad: 1. Proceed. Acad. Nat. Sc. Boston. 1875.
— 2. Journ. Acad. Phil.
— 3. Boundary.
Cotteau, Peron et Gauthier: Échinides fossiles de l'Algérie. 1876—1884. Mit Atlas.
Coquand, M. H.: 1. Description géologique de la province de Constantine. Mém. de la Soc. Géol. 1852.
— 2. Desgl. 1854.
— 2a. Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observées dans la formation crétacée du sud-ouest de la France. Bull. soc. géol. de France. (2.) **16**. p. 945 ff. 1859.
— 3. Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine. Mit Atlas. Marseille 1862.
— 4. Monographie de l'Étage Aptien de l'Espagne. Mit 28 Taf. Marseille 1865.
— 5. Monographie du Genre *Ostrea*. Terrain crétacé. Mit Atlas. Marseille 1869.
— 6. Études supplémentaires. 1879.
— 7. Cf. Bayle et Coquand.
Cragin: A contribution to the invertebrate Palaeontology of the Texas Cretaceous.
Dana, James: 1. United States explor. expedition 1838—1842 under the Command of Charles Wilkes. Geology by James Dana. Mit Atlas.
— 2. Manual of Geology. IV. Ed. 1895.
Desor, E.: Synopsis des Échinides fossiles. Mit Atlas. (Wiesbaden-)Paris 1858.
Douvillé, H.: 1. Sur quelques fossiles du Pérou. Bull. soc. géol. de France. (3.) **26**. 1. 1898.
— 2. Sur la classification des Cératites de la Craie. Bull. soc. géol. de France. (3.) **18**. 1889—1890.
— 3. *Tissotia Tissoti* und *Heterammonites ammoniticeras*. Bull. soc. géol. de France. (3.) **19**. p. XVIII.
— 4. *Tissotia*. l. c. p. LXXXI.
— 5. *Tissotia Tissoti*. l. c. p. 499—503.
— 6. *Tissotia*. l. c. **20**. p. XXIV. 1897.
Drescher: Über die Kreidebildungen der Gegend von Löwenberg. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **15**. 1863. p. 291—368.
Dru, Léon: Extr. Miss. Rondaire. 50. 1881.
Fallot: Étude géol. sur les étages moyennes et supérieures du terr. crét. dans le Sud-Est de la France. Paris 1885.
Felix und Lenk: Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico. Leipzig-Stuttgart 1889—1899.
Ficheur: Bull. soc. géol. de France. (3.) **18**. 1889.
Forbes, E.: On Fossiles invertebrate from Southern India. Transact. Geol. Soc. London. **7**. London 1846.
Fournel: Rich. minér. de l'Algérie. 1849. cf. Bayle (1).
Fritsch und Schloenbach: Cephalopoden der böhmischen Kreideformation. Prag 1872.

Digitized by Google

Gabb, M.: 1. Cretaceous and tertiary fossils of California. Geol. Survey of California. Palaeontol. 2. 1869.

— 2. Description of a Collection of Fossils, made by Dr. Antonio Raimondi in Peru. Journ. Acad. Nat. Sc. (Philad. N. S.). (2.) 8. 1877.

Gauthier: cf. Cotteau, Peron et Gauthier.

Gerhardt, K.: 1. Beitrag zur Kenntniss der Kreideformation in Venezuela und Peru. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XI. 1897. p. 65—117.

— 2. Beitrag zur Kenntniss der Kreideformation in Columbien. l. c. p. 188—208.

Grossouvre, A. de: 1. Recherches sur la Craie supérieure. Deuxième partie: Les Ammonites de la Craie supérieure. Mém. pour servir à l'expl. de la carte géol. détaillée de la France. Paris 1893.

— 2. Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du bassin de Paris. Bull. soc. géol. France. (3.) 17. p. 475—525.

— 3. Sur la Geologie des environs de Bugarach et la Craie de Corbières. l. c. 21. p. 278.

— 4. Alter der Gosauschichten. l. c. 22. p. XIX.

— 5. Sur quelques fossiles crétacés de Madagascar. l. c. 27. p. 378.

— 6. Sur la Transgression cénomanienne. Compt. rend. de l'Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences. p. 352—356. Paris 1901.

Hamlin, Charles E.: Results of an Examination of Syrian Molluscan Fossils. Chiefly form the range of Mount Libanon. (6 Plates.) Cambridge 1884.

Hardouin: Bull. soc. géol. de France. (2.) 15. p. 339. (1868.)

Hettner, Alfred: Die Cordillere von Bogotá. Petermann's Mitth. Ergänzungsheft No. 104. Gotha 1892. Hierin: Steinmann, G.: Mittheilungen über die geologischen Altersbestimmungen der columb. Kreideschichten.

Hill, Robert T.: 1. A preliminary annoted Check List of the Cretaceous invertebrate Fossils of Texas etc. Geol. Surv. of Texas. Bulletin No. 4. Austin 1889.

— 2. The Palaeontology of the Cretaceous Formations of Texas. The invertebrate Fossils of the Caprina limestone beds. Proceed. of the Biological Soc. of Washington. 8. 1893.

— 3. Geography and Geology of the Black and Grand Prairies, Texas, with detailed descriptions of the Cretaceous formations and special Reference to artesian Waters. 21. Annual Report of the U. S. Geol. Survey. 1899—1900. Part. VII. Texas.

Hoernes, R.: *Chondrodonta (Ostrea) Joannae* Choffat in den Schiosi-Schichten von Görz, Istrien, Dalmatien und der Hercegowina. Sitz.-Bericht Akad. d. Wiss. Wien. Math.-nat. Cl. 61. Abth. I. 1902.

Jimbo: Beiträge zur Kenntniss der Fauna der Kreideformation von Hokkaido. Palaeontol. Abh. herausgeg. von Dames und Kayser. Neue Folge. 2. Heft 3. Jena 1894.

Karakasch: 1. Fortschritte im Studium der Kreideablagerungen in Russland. Warschau 1899.

— 2. Über einige Neocomablagerungen in der Krim. Sitz.-Ber. k. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Cl. 98. Abth. I. 1889. p. 428 ff.

Digitized by Google

Karsten, Hermann: 1. Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Ecuador. Mit 2 Karten und 6 Taf. Amtl. Ber. d. Naturf.-Ges. Wien. 1856.

— 2. Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne. Berlin 1886. Inhalt wesentlich wie im vorigen.

Kilian, W.: Description géologique de la montagne de Lure, Basses-Alpes. Paris 1889.

Koenen, v.: Die Ammonitiden des norddeutschen Neocom. Abh. d. kgl. preuss. geol. Landesanst. u. Bergakademie. W. F. 24. 1902.

Kossmat: 1. Die Bedeutung der südindischen Kreideformation für die Beurtheilung der geographischen Verhältnisse während der späteren Kreidezeit. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. **44**.

— 2. Untersuchungen über die südindische Kreideformation. Beitr. z. Geol. u. Pal. Österr.-Ungarns u. d. Orients. **9** u. **11**.

Lartet, M. Louis: 1. Expedition Luynes, Paléontologie telles que l'Égypte et l'Arabie. II partie: Paléontologie. Ann. des Sc. géol. **3**. Paris 1873, und Bibliothèque de l'École des Hautes-Études. **7**. Paris 1873.

— 2. Essai sur la Géologie de la Palestine et des Contrées avoisinantes.

Laube und Bruder: Ammoniten der böhmischen Kreide. Palaeontographica. **33**. p. 217—239.

Léveillé, Ch.: Description de quelques nouvelles Coquilles fossiles du Département des Basses-Alpes. Mém. soc. géol. (1.) **2**. Pal. XXII und XXIII.

Loriol: Les Brachiopodes in: Pictet, Description des Fossiles du Terrain Crétacée des environs de Sainte Croix. 1872. V partie.

Lycett, John: A Monograph of the British fossil Trigoniae. London 1872—1879.

Martin, K. (1): Die Fauna der Kreideformation von Martapoora. Samml. d: Geol. Reichsmus. in Leiden. (1.) **4**. p. 126 ff.

Meek: A Report on the invertebrate Cretaceous and Tertiary Fossils of the Upper Missouri country. U. S. Geol. Survey of the Territories. **9**. (Hayden.) Washington 1876.

Meneghini (1864): Ostr. Sicil.

Neumayr: Die Ammonitiden der Kreide und ihre Systematik. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **27**. 1875. p. 854 ff.

Neumayr und Uhlig (1): Über die Ammonitiden aus den Hils-Bildungen Norddeutschlands. Palaeontographica. **27**.

Nicaise: Catal. anim. foss. prov. Alger. 1870.

Niklès: Contribution à la Paléontologie du Sud-Est de l'Espagne. I. Néocomien. Mém. soc. géol. de France. Paléontologie. P. I. Mém. 4. Paris 1890.

Noetling, Fr.: 1. Geologisch-palaeontologische Mittheilungen aus Palästina. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **38**. 1886.

— 2. Entwurf einer Gliederung der Kreideformation in Syrien und Palästina. p. 824 ff.

Digitized by Google

d'Orbigny, Alcide: 1. Voyage dans l'Amérique méridionale. 1. Theil. Paris 1847. Hierin auch: Coquilles et Échinodermes fossiles de Colombie recueillis par Mr. Boussignault.

— 2. Voyage au Pole du Sud. Géologie. Paris 1847.

— 3. Paléontologie franç. Terr. crét. 4. 1847. 1. Céphalopodes.

— 4. Prodrome de Paléontologie, Stratigraphie Universelle etc. 2. Paris 1850.

Ooster, W. A.: Catalogue des Céphalopodes fossiles des Alpes Suisses. 1857—1863.

Peron, Alphonse: 1. Essai descr. géol. Algérie. Ann. des Sc. géol. 14. 1883.

— 2. (Thomas et Peron) Description des invertébrés fossiles des terrains crétacées de la région sud des hauts-plateaux de la Tunisie rec. en 1885—1886 par M. Ph. Thomas. Expl. sc. de la Tunisie. Mit Atlas. Paris 1889—1893.

— 3. Les Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie. Mém. soc. géol. de France. 7. 1897—1898.

— cf. Cotteau, Peron et Gauthier.

Philippi, Dr. Rodolfo Amando (1): Los Fossiles Secundarios de Chile. Santiago de Chile 1899.

Philippi, E.: Beiträge zur Morphologie und Phylogenie der Lamellibranchiaten. II. Zur Stammesgeschichte der Pectiniden. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 52.

Pictet et Rénevier: 1. Description des fossiles du Terrain Aptien. Genève. Pal. Suisse. 1854—1858.

Pictet et Campiche: 2. Description des fossiles du Terrain Crétacé des environs de St. Croix. III partie en Paléontol. Suisse. 1864—1867. IV partie ibid. 1869—1871.

Pictet, J. (3): Mélanges Paléontologiques. 1. Troisième Note. 1863—1868.

Pomel: Texte explic. Carte géol. Alger et Oran. 1882.

Rodtenbacher: Die Cephalopodenfauna der Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen. Abhandl. k. k. geol. Reichsanst. 5. 1873.

Roeder, H. A.: Terrains à chailles in der Pfirt, Ob.-Els. Strassburg 1882.

Römer, F.: 1. Texas. New Braunfels 1849.

— 2. Die Kreidebildungen von Texas und ihre organischen Einschlüsse. Bonn 1852.

— 3. Über eine durch die Häufigkeit hippuritenartiger Chamiden ausgezeichnete Fauna der oberturonen Kreide von Texas. Mit 3 Taf. Pal. Abh. von Dames u. Kayser. Berlin 1888.

— 4. Kreide.

Sarasin et Schoedelmayer: Étude monographique des Ammonites du Crétacé inférieur de Châtel-Saint-Denis. II partie. Mém. Soc. pal. Suisse. 29. 1902.

Schlüter, Cl. (1): Cephalopoden der oberen deutschen Kreide. Palaeontographica. 21. (N. F. I.)

Schubert, R. J.: Über einige Bivalven des istro-dalmatinischen Rudistenkalkes. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1902. 52. Heft 2.

Digitized by Google

Seguenza, G.: 1. I fossili del Cenom. di Caltar. 1876.
— 1a. Sul cretaceo medio dell' Italia meridionale. p. 6. Atti Soc. ital. scienze nat. **10.**
— 2. Studi Geologici e Palaeontologici sul Cretaceo medio dell' Italia meridionale. Reale Accad. de Lincei. 1881—1882. Rom 1882. Mit 21 Taf.
Sharpe, Daniel: On the secondary District of Portugal, which lies on the North of Tagus. Quart. Journ. of Geol. Soc. London. **6.** 1880. p. 135—201. Taf. 14—26.
Sievers, W. (1): Die Cordillere von Merida nebst Bemerkungen über das Caribische Gebirge. Geogr. Abh. herausg. von A. Penck. **3.** Heft 1. Wien 1883.
Solger, Fr.: Die Ammonitenfauna der Mungokalke in Kamerun und das geologische Alter der letzteren. Diss. Giessen 1902. Ausführlich in Esch, Reisen in Kamerun.
Stanton: The Colorado Formation an its invertebrate Fauna. Bull. U. S. Geol. Surv. No. 106. Washington 1893.
Steinmann, G.: 1. Über Tithon und Kreide in den Peruanischen Anden. Dies. Jahrb. 1881. II. p. 130 ff. Stuttgart 1881.
— 2. Zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation von Caracoles (Bolivia). Dies. Jahrb. 1881. Beil.-Bd. p. 239 ff.
— 3. Über Jura und Kreide in den Anden. (Briefl. Mitth.) Dies. Jahrb. 1882. p. 116.
— 3a. Die Gruppe der Trigoniae pseudoquadratae. Dies. Jahrb. 1882. p. 219—228. Taf. VII—IX.
— 4. Reisenotizen aus Chile. Dies. Jahrb. 1884. I. p. 198.
— 5. Bericht über die von Prof. Sievers gesammelten Versteinerungen in Sievers. Vergl. dort.
Stoliczka: 1. Cretaceous fauna of Southern India. III. Pelecypoda. 1871. cf. Blanford und Stoliczka.
— 2. The fossil Cephalopoda of the Cretaceous rocks of Southern India. Ammonitidae. Pal. Ind. Calcutta 1865.
Tissot: Texte explicite Carte géol. Alger et Oran. 1882.
Toucas: Note sur le Touronien et Sénonien de Camps. Bull. soc. géol. de France. (3.) **24.** p. 172.
Uhlig: Die Cephalopodenfauna der Wernsdorfer Schichten. Mit 32 Taf. Wien 1883. K. Akad. d. Wissensch., math.-nat. Cl. **46.**
Valentin, Dr. Juan: Bosquejo Geologico de la Argentina. (Aus: Dicionario Geografico Argentino de F. Latzina.) Buenos Aires 1897.
White, Charles A.: Contributions to the Paleontology of Brazil. Archivos do Museu nacional do Rio de Janeiro. 7.
Yokojama: Versteinerungen der japanischen Kreide. Palaeontographica. **36.** p. 159—202.
Zittel: K. A. v.: Beitrag zur Geologie und Palaeontologie der Libyschen Wüste. 1883.

Digitized by Google

A. Die Fauna des Albien und der oberen Kreide von Peru.

Echinodermata.

Holectypus cf. *serialis* Desh. — Taf. XVI Fig. 3.

1847. Agassiz et Desor, Cat. raison. p. 146.
1862—67. Cotteau, Pal. franç. Terr. crét. 7. p. 59. Taf. MXVII Fig. 6—12.

Der vorliegende von Reiss gesammelte *Holectypus* zeigt so grosse Ähnlichkeit mit *serialis* Desh., sodass er wohl mit Recht hierher gestellt werden darf.

Der Durchmesser des einen vorliegenden Exemplares beträgt 37 mm, die Höhe 15 mm; dasselbe besitzt einen flachconischen Bau und einen verhältnissmässig stark ausgeprägten fünfseitigen Umriss, der stärker accentuirt ist als bei typischen *serialis*.

Die Oberseite ist stark abgerieben, sodass die Stellung und besonders die Grösse der Tuberkeln nicht erkennbar ist. Auf der Unterseite sind die Tuberkeln in nicht sehr regelmässigen Reihen angeordnet (s. Abb. Taf. XVI Fig. 3). Der Mund, wie der bis an die Peripherie reichende After sind gross und nur durch eine schmale Brücke getrennt.

H. cf. *serialis* steht auch dem texanischen *H. planatus* Röm. (vergl. Römer (2) p. 84, Taf. X Fig. 2a—g und Clark (1) Taf. XXIII Fig. 2a—f.) nahe; besonders tritt diese Ähnlichkeit auf den Clark'schen Abbildungen zu Tage, doch sind bei *complanatus* Römer mehr Tuberkeln in regelmässiger Anordnung vorhanden, die auch bei Römer's Exemplaren auf der Unterseite eine bedeutendere Grösse erreichen. *Complanatus* liegt auch in der unteren Kreide und zwar im oberen Albien (vergl. de Grossouvre (6) p. 353; Washita-Form. der Comanche series), während wir die vorliegende Art wegen ihrer näheren Verwandtschaft mit *H. serialis* als obercretaceisch bezeichnen müssen. Wir müssten also in diesem Fall auf Senon schliessen (Mornasien), welches — allerdings ohne Hippuriten — auch durch *Tissotia Ficheuri* var. *Peruana* Paulcke festgestellt ist.

Das vorliegende Exemplar wurde von Reiss an dem linken Ufer des Quebrada Celcas (2200 m) auf dem Wege nach Tingo (Flussgebiet des Utucubamba) gefunden. Sonstiges

Digitized by Google

Vorkommen von *H. serialis* Desh. im Mornasien (oberer Theil der Hippuritenkreide) Frankreichs und Algiers.

Bezüglich Ähnlichkeit mit *Holectypus numismalis* Gabb sp. vergl. unter diesem.

Holectypus numismalis Gabb sp. (Steinm. Ms.)

1877. *Discoidea numismalis* Gabb. Gabb (2) p. 300. Taf. XLIII Fig. 3, 3a, 3b.

Gabb beschreibt als *Discoidea* eine etwas grössere Form, die offenbar ein *Holectypus* ist, welcher *H. serialis* und dem oben beschriebenen cf. *serialis* sehr nahesteht. Besonders die Unterseite stimmt fast völlig überein. Die eigenthümliche Spitze, in welche die leicht concave Oberseite übergeht, lässt fast vermuthen, dass Gabb ein verdrücktes Exemplar vor sich hatte, zumal ähnliche Bildungen bei Seeigeln nur sehr selten vorkommen. — Wenn Gabb's Abbildung richtig ist — was man a priori von Abbildungen doch wohl annehmen muss, so lässt sich jedenfalls *H. numismalis* Gabb nicht mit *serialis* Desh. vereinigen, obgleich es auffällig ist, dass zwei mit Ausnahme der Nabelspitze so ähnliche *Holectypus*-Arten aus dem gleichen Gebiet vorliegen.

Fundort: Hacienda von Yauca (7000 m ü. M.) 7 km von Queropalca, Prov. Huamalis.

Obere Kreide, Senon? (eventuell, wenn falsch bei Gabb abgebildet = cf. *serialis* Desh., Untersenon).

Gabb l. c. p. 300—301 erwähnt noch den Fund eines schlechterhaltenen Exemplares der gleichen Gattung, das einer anderen Art aus derselben Gegend, 1000 m höher, sowie zwei Exemplare dieser Art von dem Hochplateau von Cajamarca. Jedenfalls cretaceische Arten.

Lamellibranchiata.

Ostrea Nicaisei H. Coquand 1862.

1875. *Ostrea Callacta*, Conr. in: Conrad (1) p. 139, Taf. XXII Fig. 1. sp. ined. Dana in: Dana (1) p. 722. Taf. XV Fig. 7.

1877. *O. Callacta* Conr. in: Gabb (1) p. 296 u. p. 322. Taf. XLII Fig. 2 u. 2a.

1893. (1889—93) in Peron (2) (cf. Literaturangaben u. Horizontbestimmung).

Digitized by Google

Von dieser Art liegen drei von Stübel und Reiss gesammelte Exemplare vor. Eine Oberschale von typischer, ausgewachsener Form von der Hacienda de Rambran 25 Stunden NO. von Cajamarca in einer Höhe von ca. 3000 m, Peru (Stübel).

Ein jüngeres Exemplar (Ober- und Unterklappe) erhielt Stübel in Shapaje am Rio Huallaga mit dem Vermerk: „soll aus dieser Gegend sein".

Ein drittes Exemplar aus Peru brachte Dr. Reiss mit dem Vermerk: „soll in Juan Guerra gefunden sein".

O. Callacta Conr. von „the Pampa del Sacramento, Eastern Peru", die auch Gabb aus der Kreide bei der Hacienda de Macauga, Prov. Pataz, beschreibt und abbildet, gehört hierher; ebenso die sp. ined. von Dana (1) aus den peruanischen Anden von Truxillo.

Die amerikanischen Exemplare dieser Form werden, worauf die Abbildung bei Gabb deutet, grösser als die afrikanischen.

Conrad stellte diese Art in „Pebas Group" (s. Brackwasser, Tertiärsch.). Gabb führt sie in seiner Beschreibung aus der Kreide, in seiner Übersicht aus dem Jura an.

Der stratigraphische Horizont, den *O. Nicaisei* in Nordafrika einnimmt, ist nach Peron (2) „d'une constance remarquable", er gehört dem oberen Senon (untere étage campanien Coquand und Peron) an, der in Nordafrika hauptsächlich kalkige Ausbildung zeigt.

Das Vorkommen dieser Art ist demnach für Südamerika (Peru) und Nordafrika (Algier und Tunis) nachgewiesen.

Ostrea cf. *Pasiphaë* Coquand. — Taf. XV Fig. 1.

1865. Coquand (4) p. 164. Taf. XXV Fig. 11 u. 12.
1869. Coquand (5) p. 173. Taf. LXIII Fig. 4—7.

Ein Exemplar aus dem Thale des Rio Marañon auf dem Weg von Cajamarca nach Chachayayas. Abweg von Cruz de Calendin nach Bolzas; in einem losen Block ca. 200 m oberhalb Queb. Senayaba (Stübel).

Die vorliegende Art stimmt mit der von Coquand (4) beschriebenen und abgebildeten fast völlig überein, so dass man, falls sonst in dieser Gegend untere Kreide gefunden worden

Digitized by Google

wäre, diese Art unbedenklich mit *Pasiphaë* identificiren würde (vergl. besonders Coq. (4) Taf. XXV Fig. 11!). Bei der Schwierigkeit jede glatte Auster mit ihren im Allgemeinen wenig scharf charakterisirten Schalen zu identificiren und bei ihrer starken Variabilität, innerhalb derselben Art, wie ihrer Formenconstanz durch lange Zeiträume, wäre es gewagt, aus dem Vorkommen dieser *Pasiphaë*-ähnlichen Form auf Aptien zu schliessen, während es andererseits nicht von der Hand zu weisen ist, dass diese Art bis in die obere Kreide sich erhalten hat.

Beim Vergleich mit Formen aus der oberen Kreide von Nordafrika zeigt dies vorliegende Exemplar die nächsten Beziehungen zu erwachsenen Exemplaren von der untersenonen *Boucheroni* Coquand und ähnelt dem in der Monogr. de Genre *Ostrea* Taf. XXXVIII Fig. 20 abgebildeten Exemplar relativ am stärksten, doch zeigt dasselbe eine enge feine Zuwachsstreifung, während diese bei der vorliegenden Art grob und weit ist. Auch in der Art der Einfaltung der Schale, deren Pallealrand die Gestalt eines in die Länge gezogenen **S** bildet, steht sie der *Pasiphaë* näher als der *Boucheroni*.

Von indischen obercretaceischen Ostreen ähnelt *O. telugensis* Stol. (Pal. Ind. **3**. Pelecyp. p. 472. Taf. XLIX Fig. 3—4, Taf. L Fig. 1 u. 2) am meisten der vorliegenden Art; doch hat die cf. *Pasiphaë* einen besonders in der Gegend des stumpfen Wirbels breiteren Umriss und nicht so weite und so unregelmässige Zuwachsstreifung wie die genannte indische Art; sie steht bezüglich dieser Merkmale der *Pasiphaë* Coquand entschieden näher. Von *Pasiphaë* Coquand liegt leider weder Beschreibung noch Abbildung der Schaleninnenfläche vor, so dass Ligamentgrube, Form und Lage des Muskeleindrucks nicht verglichen werden können.

Von *telugensis* unterscheidet sich in diesem Merkmale die vorliegende Unterklappe durch eine, gegen den abgeflachten Schalenrand in scharfer Linie abgesetzte, etwas vertieft liegende flach ausgehöhlte Ligamentgrube, deren Breite beinahe doppelt so gross ist, wie ihre Länge. Ferner ist der Muskeleindruck von *telugensis* stark gerundet, beinahe kreisförmig, während er bei der vorliegenden Klappe flach halbmondförmige Gestalt besitzt. — Jedenfalls ist die Verwandt-

Digitized by Google

schaft der genannten Arten recht nahe; ihre jurassischen Nachkommen dürften in *O. explanata* Gf. und *O. expansa* Sow. zu suchen sein.

Die nahen Beziehungen zur indischen *telugensis* Stol. (*arialoor* Gr.), gewisse Ähnlichkeiten mit *Boucheroni* Coq. sprechen für obere Kreide, wahrscheinlich obersenones Alter, so dass ich die cf. *Pasiphaë* in diesen Horizont unter Vorbehalt einreihe, da ich mir der Unsicherheit der Horizontbestimmungen durch Ostreen wohl bewusst bin.

Obere Kreide dieses Alters lässt sich jedenfalls in diesen Gegenden mit Sicherheit nachweisen, während Anhaltspunkte für das Vorhandensein von unterer Kreide fehlen.

Der Art wegen ihres Vorkommens in Amerika einen neuen Namen zu geben, widerstrebte mir, da nicht genügend specifische Unterschiede zur Trennung vorhanden sind.

Plicatula cf. *Fourneli* Coquand. — Taf. XVI Fig. 4.

Coquand (1) p. 220. Taf. XVI Fig. 5. u. 6.
Lartet (1) p. 58. Taf. IV Fig. 15.

Die zwei wenig gut erhaltenen Exemplare einer *Plicatula* lassen sich am besten auf diese Coquand'sche Art aus Algier beziehen.

Besonders ähneln die vorliegenden Stücke dem von Lartet (1) p. 58. Taf. IV Fig. 15) abgebildeten Exemplar aus Palästina, wo er diese Art mit *Ostrea Delettrei* Coq. am häufigsten vergesellschaftet fand.

Damit ist ihre Stellung in das Cenoman (Ét. rhotomagien Coq.) gegeben, wofür auch spricht, dass Reiss, der diese Art sammelte, dieselbe mit der gleichfalls cenomanen *E. olisiponensis* Sharpe var. *duplex* Steinmann in der Pampa de la Culebra auf dem Wege von Cajamarca nach Tambo Mayo fand.

Stoliczka (1) Taf. XXXIV Fig. 16 p. 446 bildet eine ähnliche *Plicatula* (*multicostata* Forbes) ab, die gleichfalls im Cenoman (Trichonopoly Gr.) liegt, bei der jedoch die Rippen stärkere Tendenz zur Gabelung zeigen. Mit Forbes' Abbildung (Forbes (1) Taf. XVIII Fig. 3) dieser indischen Form ist wenig anzufangen. Ich erwähne diese verwandte Art nur als nahestehende Form aus dem indischen Cenoman.

Digitized by Google

Von *Pl. Fourneli* und der vorliegenden cf. *Fourneli* sind als bisher bekannte Fundorte zu nennen: Algier, Palästina, Peru.

Exogyra africana Coquand. nov. var. *Peruana* Paulcke. — Taf. XV Fig. 2, 2a, b, 3, 3a.

Literatur etc. cf. Coquand (5) p. 134. Taf. XXXIX Fig. 5—12 u. Taf. LV Fig. 10, 11 u. 12 u. Peron (2) p. 133.

Von dieser Varietät liegen neun mehr oder weniger vollständig erhaltene Exemplare vor.

Ihre Verwandtschaft zu *E. africana* Coquand tritt besonders in der Sculptur der fast flachen oder nur leicht gewölbten Deckelklappe hervor, deren Wirbel etwas eingerollt ist. Auch die var. *Peruana* zeigt die enge lamellöse Zuwachsstreifung, welche wie mit dem Grabstichel eingeschnittene („creusé au burin" Coquand) Furchen aufweist, die am Wirbel enger, gegen den Rand zu weiter sind.

Die grössere Unterklappe ist bei den neun peruanischen Exemplaren recht verschieden, sie variirt, wie die von Coquand (5) (Taf. XXXIX Fig. 5—12 u. Taf. LV Fig. 11 u. 12) zeigen, recht beträchtlich in Gestalt wie in Sculptur. Gemeinsam ist die längliche Gestalt und die Bildung eines mehr oder weniger stark ausgesprochenen gratartigen Rückens, der sich vom Wirbel aus gegen das Schalenende zieht.

Die Zuwachsstreifung ist deutlich lamellös, jedoch nie so stark wie bei den afrikanischen Arten, bei einem Exemplar Taf. XV Fig. 2b verhältnissmässig fein und eng, ähnlich wie bei Coquand (5) auf Taf. LV Fig. 10—12 abgebildeten Exemplaren; bei anderen Exemplaren und zwar Taf. XV Fig 3, besonders bei solchen, die einen stark seitlich verlaufenden Rückengrat besitzen, treten einige (3—4) Zuwachsstreifen wie grosse grobe Schuppen (wahrscheinlich Haltestellen im Wachsthum) schärfer hervor; doch sind Übergänge zwischen diesen Formen vorhanden.

Besonders charakteristisch für die var. *Peruana* ist die (vergl. Taf. XV Fig. 2b) sehr energische spirale Eindrehung des Wirbels, der nicht wie bei den afrikanischen Formen herausgerückt, sondern der Schale eng angeschmiegt ist.

In diesem Merkmal zeigt sie eine gewisse Ähnlichkeit mit *E. ostracina* Lam. und *decussata* Coq., mit denen sie der

Digitized by Google

Formengruppe angehört, deren Verwandtschaft bei *E. arietina* var. *diceratina* Steinm. zu erwähnen ist.

Bei gewissen Formen jeder der genannten Arten finden wir nahe Beziehungen zu jeder anderen Art dieser Gruppe. Das gemeinsame Merkmal ist relativ glatte Schale, ziemlich stark gewölbte Oberklappe, die vielfach einen gratartigen Rücken und einen spiral eingerollten, stark seitlich gedrehten Wirbel besitzt; ferner ist die Deckelklappe vorwiegend flach und im Verhältniss zur Unterklappe klein.

Weiter liegt die Neigung vor, in winkeligem Bogen einwärts zu wachsen.

Extreme mit relativ flacher Unterschale und dementsprechend grosser Oberklappe liegen in den indischen flachen — jüngeren — *E. ostracina*[1]-Varietäten vor; die Ausbildung einer stark gewölbten langgezogenen Unterklappe, der die kleine Klappe nur deckelartig aufliegt, ist am weitesten bei *E. arietina* Röm. var. *diceratina* Steinm. gediehen.

E. africana ist von Nordafrika aus dem Cenoman (Ét. rhotomagien) bekannt und zwar besonders häufig im Süden der Prov. Constantine, Tunis und in der Libyschen Wüste; ferner wurde sie in Syrien (Palästina), sehr häufig in Sicilien und Süditalien gefunden, wo sie überall, wie in Algier, mit *Ostrea Mermeti*, *flabellata* und *olisiponensis* vergesellschaftet ist.

Wir dürfen daher wohl mit Recht für diese Varietät cenomanes Alter als höchst wahrscheinlich hinstellen, zumal auch eine var. der *Exogyra olisiponensis* Sharpe, die var. *duplex* Steinm., auf das Vorkommen dieses Horizontes in Peru hinweist, ein Zusammentreffen, das den Grad der Sicherheit noch erhöht.

Exogyra arietina Römer.

1849. Römer (1) p. 397.
1850. d'Orbigny (4) p. 257 (*Ostrea arietina* d'Orb.).
1852. *Exogyra arietina* Römer (2) p. 68. Taf. VIII Fig. 10 a—e.
1853. *E. caprina* Conr. (2) 2. Taf. XXIV Fig. 3—4.
1857. *E. arietina* Conr. (3) Taf. VII Fig. 1.
1869. *Ostrea arietina* d'Orb. in Coquand (5) p. 32. Taf. V Fig. 10—13.
1901. Hill (5) Taf. 38.

---

[1] *Exogyra ostracina* Lam. auch von Martin von Martapoeru, SO. Borneo nachgewiesen; sowie von White (1) p. 31, Taf. II Fig. 1—7 aus der Prov. Sergipe, Brasilien.

Digitized by Google

nov. var. *E. diceratina* Steinmann. (Ms.) — Taf. XV Fig. 4—4c.

Steinmann, Bericht in Sievers (1) p. 37.

Die Schale ist von *diceras*-artiger Gestalt, verlängert und gewölbt.

Die grössere Unterklappe ist leicht gedreht; ihr spiral gewundener Wirbel ist kräftig und deutlich herausgerückt.

Die kleinere Klappe ist deckelartig, oval, leicht gewölbt, mit wenig spiral eingerolltem Wirbel.

Beide Klappen zeigen concentrische Anwachsstreifen, die am Wirbel undeutlich werden (abgerieben).

E. var. *diceratina* Steinm. gehört zu der texanischen *E. arietina* Röm.; in ihrem Gesammthabitus, wie in den Grössenverhältnissen sind beide Formen einander sehr ähnlich; die var. ist durchschnittlich etwas grösser und „fetter" als *arietina*. Der grossen Klappe von *E. diceratina* fehlt jedoch der gerundete Längswulst und die beiderseits von demselben entlang ziehenden Furchen, welche *E. arietina* besitzt. Dementsprechend zeigen auch die Anwachsstreifen auf der gleichmässig gestalteten Wölbung der grossen Klappe von *E. diceratina* keinen gegen den Wirbel zurückgebogenen Verlauf. Ferner fehlt der Deckelklappe von der vorliegenden Art eine Vertiefung neben dem Wirbel.

Nahestehend, jedoch ohne die starke *diceras*-artige Windung der Unterklappe ist *E. Mermeti* Coq. (Provencien) (Coq. (5) Taf. LII Fig. 10—12), die als weiteren Unterschied noch eine sehr rasch erfolgende starke Verbreiterung der grossen Klappe aufweist.

Von weiteren verwandten Formen sind zwei besonders nahestehende zu nennen, und zwar *E. ostracina* Lmk. aus Indien, zuerst von Forbes[1] als *stomatoidea* (Forbes (1) p. 156 Taf. XVII Fig. 15) beschrieben, eine sehr stark variirende Art von weitester Verbreitung, in der oberen Kreide (Étage campanien Coq.) von Russland, Schweden, Deutschland, Holland, Frankreich, Böhmen, Algier, Tripolis, Palästina,

[1] Forbes, Ed., Rep. on the Fossil Invertebrata from Southern India coll. by Mr. Kaye and Mr. Cunliffe. Trans. Geol. Soc. London. II. Ser. 7. 3. 1846. p. 156. Taf. XVII Fig. 15a u. b.

Digitized by Google

Syrien, Indien, Nord- und Südamerika, und *E. africana* Lam. (Nordafrika, Arabien, Sicilien, Calabrien).

Die Ähnlichkeit ist besonders gross mit der Forbes'schen Abbildung (l. c.), wird aber immer geringer, je mehr die Variationstendenz auf die Vergrösserung und Verflachung der grösseren Unterklappe, sowie Auftreten von Rippen, besonders am Schalenrand, gerichtet ist.

Coquand bildet (Coq. (5) Taf. VII als *Ostrea cornu-arietis*) eine derartige Variationsreihe ab, von der Fig. 11 u. 12 unserer Form am nächsten stehen.

Unter den von Stoliczka (Stol. (1) p. 459. Taf. XXXV) gegebenen Abbildungen möge besonders auf Fig. 6 hingewiesen werden; die auf Taf. XXXV dargestellten Exemplare zeigen einen ganz anderen, mehr ostreenartigen Charakter, so dass man sie für eine andere Species halten würde, wenn nicht Stoliczka an derselben Localität alle Übergänge beisammen gefunden hätte.

Vor Allem ist bei der *Ostracina*-Reihe die kleinere Oberklappe verhältnissmässig gross; es besteht nicht ein so starker formaler Gegensatz zwischen beiden Klappen wie bei *Exogyra arietina* und der vorliegenden Varietät, die dadurch den für sie charakteristischen *Diceras*-Habitus annehmen.

Exogyra africana Lamarck gehört gleichfalls in diese Gruppe, auch sie variirt sehr stark. Ihre charakteristischen Merkmale sind: breitere Lamellen auf der etwas eckigen grossen Klappe, sehr enger concentrischer Lamellenzuwachs auf der mehr oder weniger flachen Oberklappe und im Ganzen länglich gebogene Gestalt. Die Ähnlichkeit mit *diceratina* tritt bei kleinen (jungen) Exemplaren, am schärfsten in Coquand's Abbildungen (l. c. 5), Fig. 10 u. 11 auf Taf. LV hervor.

Es fehlt jedoch diesen beiden verwandten Arten die gleichmässige, starke, runde Wölbung der grossen Klappe, die bis an den Rand anhält, während sie im Gegensatz zu *arietina* und var. *diceratina* einen Mittelkiel („keeled back", „arête longitudinale") auf dieser Klappe besitzen.

In diesen Exogyren haben wir offenbar eine Reihe sehr nahe verwandter Arten vor uns, die derselben Formengruppe angehören, ausserordentlich weit verbreitet sind und in den

Digitized by Google

verschiedenen Gegenden mehr oder weniger starke Abänderungen erlitten haben. Eine genaue vergleichende Verarbeitung des Gesammtmaterials dürfte zu einer erheblichen Reduction sogen. guter Arten führen.

Von den vorliegenden 13 Exemplaren der *E.* var. *diceratina* Steinm. ist leider nur eines vollständig mit grosser und kleiner Klappe erhalten; bei den übrigen fehlt die kleine deckelartige Oberklappe und die grossen Klappen sind z. Th. nur bruchstückweise erhalten.

Als Fundort giebt Stübel horizontalliegende Kalksteinbänke am östlichen Ende der Ebene von Culebrabamba (Peru) an, in denen diese Art in grossen Mengen (vergl. Abbildung bei Hill (5) Taf. XXXVIII) enthalten ist. Zusammen mit *diceratina* fanden sich *E. duplex* n. sp. und *Pecten*. Auch in der Art des Vorkommens zeigt demnach *Exogyra diceratina* Steinm. ähnliche Verhältnisse, wie *E. arietina* Röm., welche Römer in ungeheurer Menge schichtenbildend in kalkigem Gestein in Texas (Wacoe-Lager, Missionsberg bei New Braunfels, am oberen Brazos) fand.

Als Horizont für *E. arietina* giebt Coquand (1869) die Étage campanien an, doch spricht die Vergesellschaftung der bezeichnenden var. *diceratina* Steinm. mit *E. olisiponensis* var. *duplex* Steinm. für cenomanes Alter.

Sie liegen in den γ-Capachokalken Venezuelas entsprechenden hellgrauen Kalken, die schon Steinmann (5) p. 37 für obercretaceisch (cenoman) hielt. In Texas soll *E. diceratina* — zu Millionen ganze Bänke bildend — im oberen Albien liegen; Hill's „Main Street limestone", Hill (3) p. 280 ff.

E. squamata d'Orb. aus Columbien (Aptien) gehört gleichfalls in diese Gruppe.

Exogyra olisiponensis Sharpe.

1849. Sharpe (1) p. 185. Taf. XIX Fig. 1 u. 2.
Literatur cf. Peron (2) p. 114.

nov. var. *duplex* Steinmann (Ms.). — Taf. XV Fig. 7 u. 8.

Bei den vorliegenden Exemplaren stimmt die Form und die Sculptur der grossen Klappe in der Hauptsache mit den Exemplaren überein, die Sharpe (1), Coquand (5) Taf. XLV und Peron (2) Taf. XXIII Fig. 11—16 abbilden.

Digitized by Google

Die Variabilität, die Peron für die nordafrikanischen Exemplare stark betont, ist auch bei den peruanischen Stücken eine grosse. Als ein Unterschied für die var. *duplex* verdient jedoch hervorgehoben zu werden, dass bei den meisten Exemplaren eine besonders stark vertiefte Furche auf der Innenseite vom Wirbel herunterzieht, welche ausserdem immer meist von einer kräftiger hervortretenden gerundeten Rippe begrenzt wird. Hauptsächlich äussert sich jedoch die Eigenart der vorliegenden Varietät in der Form und Sculptur der kleinen Schale. Dieselbe ist z. Th. recht beträchtlich gewölbt, zeigt deutliche concentrische Zuwachsstreifung über die ganze Schale, und vor Allem kräftig ausgebildete radiale Rippen, die sich bei dem einen völlig erhaltenen Exemplar über die ganze Schale erstrecken, so dass das von Peron (5) p. 118 als „détail important" angegebene Merkmal: „les lamelles concentriques occupent seulement une bordure externe, laissant libre et lisse tout le milieu de la petite valve" für die vorliegende Varietät nicht als Charakteristicum gelten kann. Das auf Taf. XV Fig. 8 abgebildete Exemplar zeigt die Wirbelgegend stark vertieft, während der übrige Theil gewölbt ist, was bei den allerdings schlecht erhaltenen Deckelklappen der übrigen Exemplare nicht zu beobachten ist.

Übrigens spricht die auf Sharpe's Abbildung deutlich dargestellte Sculptur gegen eine Verallgemeinerung des von Peron betonten Merkmals; auch Coquand's Figuren zeigen weitgehende concentrische Streifung der kleinen Klappe, allerdings bei gleichzeitig fehlender Berippung.

Wir haben hier eine ausserordentlich stark variirende Art von weiter Verbreitung vor uns, bei der sich local gewisse Merkmale — hier Furche auf der grossen Klappe und kräftigere Sculptur der kleinen Klappe — stärker ausgebildet haben. Da unter meinem südamerikanischen Material Exemplare sich finden, die der typischen *olisiponensis* sich stark nähern, kann ich die extreme Form nur als Varietät der *olisiponensis* Sharpe auffassen.

Als Fundort giebt Reiss für die von ihm gesammelten 14 Exemplare an: „von Cajamarca nach Balsas am Marañon; bei St. Ursula in 3183 m Höhe, höchster Punkt der Wege Cajamarca—Tambo Mayo."

Digitized by Google

Ein Exemplar von Stübel ist mit der Bemerkung versehen: „aus einer mergeligen Schicht der Kalksteinformation etwa 50 m unter Altura de Santa Ursula", zusammen mit *E.* var. *diceratina* Steinm.

Als Fundorte für *E. olisiponensis* Sharpe und ihre Varietäten sind bisher bekannt geworden: Portugal, Spanien, Frankreich, Italien, Sicilien, Algier, Tunis, Tripolis, Palästina[1] (Sinai, Umgebung), Südamerika (Peru).

Cenoman (rhotomagien Coquand). In Peru vergesellschaftet mit: *E. arietina* Coq. var. *diceratina* Steinm. Ferner ist aus der gleichen Gegend die gleichfalls cenomane *E. africana* Coq. var. *Peruana* Coq. bekannt, sowie *Plicatula* cf. *Fourneli* Coq., in Palästina vergesellschaftet mit *Ostrea Delettrei, africana, Mermeti, flabellata* und *Plicatula Fourneli.* Die nächst verwandte indische Art ist *Exogyra fausta* Stol. (Trichonopoly-Gr. (Cenoman) Stoliczka (1) p. 461. Taf. XXXVIII Fig. 4—5, Taf. XXXIX Fig. 3—5).

Exogyra Reissi n. sp. Steinm. (Ms.) — Taf. XV Fig. 5, 6, 6a.

Von dieser Art liegen zwei Stücke vor, ein älteres und ein jüngeres.

Bei dem älteren Exemplar zeigt die grosse (Unter-) Klappe von oben gesehen einen unregelmässig dreiseitigen Umriss; die Innenseite vom Wirbel zur Spitze ist leicht ausgeschweift. Die starke ungleichmässig gewölbte Schale steigt vom leicht eingerollten Wirbel ziemlich steil auf und bildet Anfangs einen Rückenwulst, der etwa in der Mitte der Schale steil abfällt und sich in zwei ungleich lange Rippen gabelt, deren längere im Bogen zur Spitze der Schale zieht, während die kürzere die bisherige Wachsthumsrichtung beibehält, wodurch die dreieckige Gestalt dieser Form hervorgerufen wird. Während die unregelmässig breiten, schuppigen Anwachsstreifen Anfangs nach abwärts (d. h. vom Wirbel weg) gebogen sind, erscheinen sie nach der Gabelung in die zwei Rippen (Richtung des Wachsthumsmaximums) naturgemäss zwischen diesen wirbelwärts zurückgebogen.

[1] cf. *Ostrea olisiponensis* Fraas, bei Noetling etc., in der unteren Abtheilung des oberen Turon von Syrien.

Digitized by Google

Die kleine (Deckel-) Klappe ist verhältnissmässig flach, hat einen leicht eingerollten Wirbel, und zeigt auf ihrer ganzen Oberfläche schuppige Anwachsstreifen. Sie zeigt eine beim Wirbel beginnende Vorwölbung (Verdickungswulst) von der gekrümmten Form eines jungen Säugethierembryos mit knieartigen Biegungen in der Nacken- und Steissgegend. Der Wulst entspricht der Umbiegungsstelle der Zuwachsstreifung, unter dem Wirbel dagegen entsteht eine flache Vertiefung. Der Wirbel ist weit schwächer entwickelt, als bei den meisten untengenannten verwandten Arten; ähnlich wie bei *arduennensis* D'ORB. (Albien).

Bei der Schale des jüngeren Exemplars sind die Formen weniger kräftig herausmodellirt. Sie ist mehr länglich oval; ihre grosse Klappe zeigt erst den Beginn der Ausbildung einer weiteren Rippe, und die Wölbung des Mittelfeldes der kleinen Klappe tritt weniger markant hervor. — *E. Reissi* steht dem Formenkreis der *E. africana* COQ. (Rhotomagien) *arduennensis* D'ORB. und *ostracina* LMK., nahe. Die verhältnissmässig nahe Verwandtschaft[1] unserer Art mit *africana* LMK., sowie ihr Vorkommen bei Cajamarca mit *E.* var. *duplex* lassen als Horizont Cenoman annehmen; jedenfalls liegt sie sicher in der oberen Kreide.

Als Fundort giebt REISS für beide Exemplare Santa Ursula bei Cajamarca an.

Trigonia crenulata LAM. nov. var. *Peruana* n. sp. — Taf. XV Fig. 9, 9a, 9b.

Breite 49 mm, Höhe 39 mm, Dicke 32½ mm.

Die vorliegende Form steht der *Trigonia crenulata* LAM. (D'ORB. terr. cret. Taf. VI p. 151. Taf. CCVC Fig. 1—4) sehr nahe. Im Gesammthabitus unterscheidet sie sich von dieser Art durch stärker abgestutzte Vorderseite (lat. buccal) und schmaler, kielartig seitlich zusammengepresste Area und Feldchen; ihre Rippen sind nicht geknotet, sondern nur fein

[1] Eine habituell sehr ähnliche Form, jedoch ohne gegabelte Rippe auf der grossen Klappe, ist noch *Exogyra (Ostrea) conica* Sow. (PICTET et CAMPICHE (2) IV part. p. 302. Taf. CXLIII Fig. 1 u. 2), die vor Allem eine Aptienform ist, jedoch bis in das Rhotomagien durchzugehen scheint.

Digitized by Google

schräg gerieft und ihr Verlauf über die Flanken ist weniger stark geschwungen.

Feldchen und Area sind deutlich abgesetzt. — Die Feldchenrippen sind kaum winkelig gebogen und schräg analwärts gerichtet. Die Area ist fein schräg gestreift und mit deutlicher Mittelfurche versehen. Die Arealkante ist schräg abgestutzt.

Die unserer Art nächststehende Trigonie, deren Vorkommen in Columbien und Texas nachgewiesen wurde, ist *Tr. subcrenulata* D'ORB. (Voyage dans l'Amérique méridionale p. 87. Tab. XIX Fig. 7—9). Dieselbe ist jedoch „plus bombée", kürzer und gerundeter in der Form, hat weniger Rippen, die demgemäss in weiterem Abstand stehen und ihr Arealfeld ist bei weitem nicht so scharf gegen das Feldchen, sowie gegen die Flanken abgesetzt, wie *Tr.* var. *Peruana*. Das vorliegende Exemplar ist etwas verdrückt.

Tr. crenulata liegt vor aus Frankreich, Italien und Nordafrika; *subcrenulata* D'ORB. aus Britisch-Columbien, Tocayuia Prov. (Sta. Fé de Bogotá) und Brasilien (Porto dos Barcos; *Peruana* aus Peru.

Tr. var. *Peruana* ist wegen ihrer Zugehörigkeit zu *crenulata* LAM. in das untere Turon zu stellen.

Gastropoda.

Tylostoma aff. *aequiaxis* COQUAND sp. — Taf. XVI Fig. 2, 2a, 2b.

COQUAND (3) p. 179. Taf. III Fig. 6.
PERON (2) p. 57. Taf. XIX Fig. 23.
WHITE (1) p. 140. Taf. XVII Fig. 10.

Der eine vorliegende Steinkern ähnelt am meisten der als *Tylostoma* aff. *aequiaxis* COQUAND von PERON (2) p. 57 beschriebenen, auch nur als Ausguss erhaltenen Art. Einen sehr ähnlichen Steinkern beschrieb COQUAND als *Natica aequiaxis*.

Bei COQUAND's Art sind fünf Windungen erhalten; dieselbe ist ebenso breit als hoch, aufgebläht, kugelig, mit convexen, gerundeten, glatten Windungen; Mündung rundlich, enggenabelt. Bei PERON's aff. *aequiaxis* COQ. sind nur 4 Windungen erhalten.

Digitized by Google

Die Windungen der kurzen Spirale liegen einander dicht an, sind convex und auf der Naht nicht gerieft; sie erzeugen nur aufeinander eine feine Kante. — Die nicht völlig erhaltene Mündung ist breit, rundlich, ohrförmig. Sie ist etwas weniger breit und aufgeblasen, wie die von COQUAND beschriebene Form. Dies COQUAND'sche Exemplar zeigt an der letzten Windung vorn eine canalförmige Ausbuchtung, die ihre Stellung zu *Tylostoma* bedingt. Bei PERON's Exemplar ist von dieser Ausbuchtung nichts zu sehen.

Der mir vorliegende Steinkern ähnelt habituell am stärksten der von PERON beschriebenen Form. Vor Allem zeigt das Exemplar auch die feine Kante an der Berührungslinie der Windungen, und ist etwas gestreckter und weniger aufgebläht als COQUAND's *aequiaxis*. Etwas verschieden ist unser Exemplar von den beiden genannten durch niedrigere Windungen und einigen kleinen Wülsten, die wohl auf eine Unregelmässigkeit im Wachsthum zurückzuführen sind. Das Vorhandensein einer ziemlich scharfen Kante auf der äusseren Windung lässt darauf schliessen, dass die letzte Windung fehlt. Die Mündung ist ohrförmig. Schliesslich soll noch auf eine gewisse Ähnlichkeit im Habitus hingewiesen werden, die mit *Globiconcha ponderosa* COQ. besteht (cf. COQ. (3) Taf. III Fig. 8), welche in der Richtung der Spirale jedoch noch stärker verkürzt ist, eine rundere Mündung besitzt und deren Spiralwindungen noch niedriger sind.

Das hier beschriebene Exemplar ist von J. BAMBERGER gesammelt und war mit folgender Notiz versehen: „auf dem Wege von Bambamarca nach Hualgayoc, Peru, nahe Steinkohlengruben (Tagbau)".

Es gehört dem Senckenbergischen Museum.

In Afrika aus dem Untersenon (Santonien) bekannt (PERON). COQUAND giebt Mornasien als Horizont an.

Bisher gefunden in Nordafrika (Prov. Constantine und Tunis), Südamerika, Peru. — Ob für Südamerika untersenones Alter angenommen werden kann, ist fraglich; das Vorkommen mit *Nerinea* cf. *nerinaeformis* COQ. sp. und *Fusus* sp. in der Nähe steinkohlenführender Schichten und Gleichartigkeit des Versteinerungsmittels mit den beiden genannten Arten deutet auf Lage an der Grenze von Albien zu

Digitized by Google

Cenoman, wohin ich die Art vorläufig auch stellen will, da mir dies Vorkommen von grösserer Bedeutung für die stratigraphische Stellung zu sein scheint, als die Zuverlässigkeit der Horizontbestimmung durch die bis jetzt als Untersenon bekannten Steinkerne der afrikanischen *aequiaxis* Coq.

Vielleicht ist die vorliegende Art ident mit *Prisconatica ampla* Gabb (Gabb (2) p. 279. Taf. XL Fig. 1) aus der Provinz Huamalies zwischen Chonta-Fluss und dem Dorf Baños (Peru), doch sind die Windungen bei dieser Art nicht unbeträchtlich höher, als bei cf. *aequiaxis* Coq.

Grosse Ähnlichkeit besteht ferner mit *Tylostoma globosa* Sharpe aus der unteren Kreide von Portugal, zu der schon White (p. 190) eine nahe verwandte *Tylostoma* aus Brasilien, Prov. Sergipe, stellt.

Nerinea cf. *nerinaeformis* Coq. sp.

1862. *Turritella nerinaeformis* Coq. 1 p. 176. Taf. 3 Fig. 2.
1873. „ „ Lartet (2) p. 42.
1878. *Nerinea Calabro-sicula* Seguenza (2) p. 55. Taf. V Fig. 4 u. 4a.
1879. *Turritella nerinaeformis* Coquand. Études supplém. p. 449.
1889—93. *Nerinea nerinaeformis* Coq. sp. Peron (2) p. 64. Taf. XIX Fig. 30.

Ein schlecht erhaltener Steinkern zeigt starke Ähnlichkeit mit dieser Art, und zwar besonders mit dem von Seguenza l. c. beschriebenen und abgebildeten Exemplar.

Leider ist gerade die wichtige Mündung nicht sichtbar. — Im allgemeinen Habitus, Art der Aufrollung und Einschnürung der Windungen stimmen die verschiedenen Exemplare jedoch gut zusammen, so dass ich nicht anstehe, den peruanischen Fund zu dieser Art zu stellen.

Peron vereinigt mit Recht Seguenza's *Calabro-sicula* mit Coquand's *nerinaeformis* und weist auf Ungenauigkeiten bei der Wiedergabe der Mündungsform bei den Abbildungen in Coquand's Werk hin.

Er bemerkt noch, dass die beiden convexen Hälften der Mündungen in der Intensität der Rundung stark variiren. — Am wenigsten gerundet sind die bei Coquand's Typus; am stärksten bei Sequenza's Exemplaren; Peron fand letzteren Habitus am häufigsten.

Es liegen bisher von dieser Art nur Steinkerne vor und zwar aus: Nordafrika (Algier und Tunis); Palästina

Digitized by Google

bei Uerak am Toden Meer; Süditalien; Südamerika: Peru, auf dem Wege von Bambamarca nach Hualgayoc; leg. J. Bamberger; ein Exemplar aus dem Senckenbergischen Museum; sie ist nirgends häufig.

Als Horizont giebt Peron Cenoman an, auch in Süditalien liegt die Art mit ähnlichen Fossilien vergesellschaftet wie in Nordafrika.,

Das Versteinerungsmittel und der Fundort stimmen mit denjenigen des nachgenannten *Fusus* sp. und der *Tylostoma* cf. *aequiaxis* Coq. sp. überein; welche beide in der Nähe von Steinkohlen führenden Schichten liegen, so dass ihr Alter — — wie an anderer Stelle bemerkt (p. 274) — Oberalbien bis Untercenoman sein dürfte.

Fusus sp.

Fünf mangelhaft erhaltene Steinkerne eines *Fusus* wurden von J. Bamberger auf dem Wege von Bambamarca nach Hualgayoc, Peru, gesammelt und mit dem Vermerk versehen: „nahe den Steinkohlengruben“ (Tagbau).

Die Gestalt ähnelt etwas den Abbildungen von *F. Assaillyi* Thomas et Peron (Peron (2) p. 20. Taf. XXI Fig. 17, 23 u. 24), doch erscheint bei der schlechten Erhaltung eine Identificirung nicht wohl zulässig; aus dem gleichen Grunde unterlasse ich auch eine Neubenennung.

Ihr Vorkommen in der Nähe der Kohlenschichten, für welche Steinmann Albienalter nachwies, was Gerhardt bestätigen konnte (Grenze zwischen Albien und Cenoman), sowie die Übereinstimmung des Fundortes wie des Versteinerungsmaterials mit *Nerinea* cf. *nerinaeformis* Coq., machen für den vorliegenden *Fusus* gleiches Alter wahrscheinlich, welches wir aus diesen Gründen mit dem der genannten *Nerinea* als Untercenoman bezeichnen wollen.

Vola 5-costata Sow. sp.

cf. Stoliczka (1) p. 437. Literaturangaben.
Peron (2) p. 227. Taf. IV Fig. 38—40.
Gabb (2) p. 294.
White (1) p. 37.

Raimondi fand diese Art mit *Ammonites attenuatus* Hyatt in einem Block (cf. p. 282) in Peru zwischen Quebrada,

Digitized by Google

Morococho und Jauja bei Quebrada de Huari und auf der Hochfläche zwei leagues von Cajamarca.

Zu stratigraphischer Altersbestimmung eignet sich diese Art durchaus nicht, da sie vom Cenoman bis zum Senon durchgeht.

Interessant ist ihre weite Verbreitung in der oberen Kreide von England, Deutschland, ferner von Frankreich, Tunis, Algier (Santonien und Campanien), sowie in Südindien (Ootatoor bis Arrialoor G.) Südamerika, Peru (Santonien).

Zu bemerken ist, dass die nahe verwandte, wenn nicht idente, *Vola 4-costata* SOWERBY von WHITE aus Brasilien (Prov. Sergipe) beschrieben wird.

Cephalopoda.

Tissotia Ficheuri DE GROSSOUVRE emend. PERON.

1889. ***Buchiceras Ewaldi*** THOMAS et PERON (pro parte) in PERON (2) Taf. XV Fig. 3—9 (non 1—2). p. 5.
1893. ***Tissotia Ficheuri*** DE GROSS. (pro parte). GROSS. (1) p. 35.
1897. „ „ „ „ in PERON (3) Taf. XII Fig. 1 u. 2, Lobenlinie Taf. XVIII Fig. 1.

var. *Peruana* PAULCKE nov. var. — Taf. XVI Fig. 1, 1a.

PERON weist in seiner Arbeit über die Ammoniten der oberen Kreide von Algier auf die recht beträchtliche Variabilität der *Tissotia Ficheuri* in ihrer Gestalt wie Sculptur, ja selbst der Lobenlinie hin.

Neben allgemeiner habitueller Übereinstimmung weist vor Allem die charakteristische Form des (1.) Siphonalsattels auf die enge Beziehung des einen vorliegenden Exemplars zu *T. Ficheuri* DE GROSS. Übereinstimmend ist die Theilung des Siphonalsattels in zwei ungleiche Theile durch einen gezähnelten Adventivlobus; auch die Gestalt der inneren Hälfte des getheilten Siphonalsattels „plus élevée que l'autre, . . . pyriforme, . . ., fortement étranglée à la partie inférieure . . . ist die gleiche. „La partie pyriforme domine tout le reste de la cloison" [PERON (3) p. 62]. Ebenso findet sich eine weitere Theilung des Externtheils dieses getheilten Lobus. Unterschiede beruhen auf einer Zähnelung des kleinen Adventivlobus; ferner, und vor Allem, in dem gegenseitigen Breitenverhältniss von Loben zu Sätteln.

Digitized by Google

Bei der typischen *T. Ficheuri* DE GROSS. sind die Sättel einhalb bis doppelt so breit wie die Loben, während dieselben bei der vorliegenden var. *Peruana* nahezu gleichbreit sind; bei Lobenlinien der Jugendwindungen erscheinen sogar die Loben etwas breiter.

Die nachfolgenden Abbildungen der Lobenlinie zeigen die Ausbildung derselben bei zwei afrikanischen Exemplaren zum Vergleich mit der var. *Peruana*. Dabei ist zu bemerken, dass die Lobenlinien verschiedener Stücke der afrikanischen Art noch beträchtlich stärker variiren, als dies Abb. 1 u. 2 zeigt.

Fig. 1. *Tissotia Ficheuri* DE GROSS. Copie nach PERON (3) Taf. XVIII Fig. 1. (Spiegelbildlich dargestellt.)

Fig. 2. *Tissotia Ficheuri* DE GROSS. Copie nach PERON (2) Taf. XV Fig. 4.

Fig. 3. *Tissotia Ficheuri* DE GROSS var. *Peruana* PAULCKE (an der durch x bezeichneten Stelle aus den Lobenlinien beider Seiten desselben Umgangs combinirt).

Die Grössenverhältnisse bei dem einen von REISS gefundenen Exemplar sind folgende:

Grösster Durchmesser	246	mm
Grösster Radius des letzten Umgangs	131	„
Grösste Dicke des letzten Umgangs	75	„
Nabeldurchmesser	21	„

Fundort der var. *Peruana*: am Rio Ucayali, Nebenfluss des Rio Marañon, Peru.

T. Ficheuri ist in Nordafrika (Medjès el Fonkani, Algier) besonders häufig an der Basis des Senons.

Digitized by Google

Wie auch Solger (Die Ammonitenfauna der Mungokalke in Kamerun und das geologische Alter der letzteren. Inaug.-Diss. 1902) hervorhebt, finden sich echte Tissotien nur im Untersenon.

Sie sind bis jetzt aus Algier, Tunis, Ägypten, Frankreich, der Gosau und neuerdings durch G. Böhm (Weiteres aus den Molukken. Z. d. d. geol. Ges. 1902, p. 75) aus den Molukken (Buru) bekannt geworden.

Der vorliegende Fund erweitert unsere Kenntnisse von dem Verbreitungsgebiet dieser interessanten Formen wieder um ein Beträchtliches. Wir sehen, dass diese Gattung über die ganze Welt verbreitet war; dass die Tissotien wie andere Kreideformen der alpin-mediterranen Fauna eine sehr weite Verbreitung besessen haben, also durchaus nicht als „räumlich eng begrenzte Gattung" angesprochen werden können. Damit verlieren die Schlussfolgerungen, die ein mehr oder weniger beschränktes Verbreitungsgebiet für *Tissotia* zur Voraussetzung haben, ihre Überzeugungskraft.

Für die Annahme einer verschiedenen Gestaltung beider Seiten konnte ich, abgesehen von verschiedenem Erhaltungszustand, bei dem vorliegenden Exemplar keine Anhaltspunkte finden.

Lenticeras Andii Gabb sp.

1877. Gabb (2) p. 275. Taf. XXXIX Fig. 3.
1897. Gerhardt (1) p. 81. Taf. I Fig. 9a u. b.

Diese als *Ammonites Andii* von Gabb beschriebene, in Peru in der Province Pataz, Department of Libertad, in einer Höhe von 3000 m von Raimondi gefundene Art, bezeichnete Gabb als jurassisch und rechnete sie der Gruppe des *Cardioceras cordatus* Sowerby sp. zu, obgleich Raimondi die Fundstelle als cretaceisch angab.

Gerhardt (l. c.) konnte die Gabb'sche Art mit ihm aus Venezuela vorliegenden Exemplaren identificiren und gab der wohl charakterisirten neuen Gattung den Namen *Lenticeras*. Das gleichzeitige Vorkommen dieser Art mit anderen zweifellos untersenonen Ammoniten und die Feststellung der Identität mit den Gabb'schen Exemplaren veranlassten schon Gerhardt zu der Annahme, dass sich das Untersenonmeer über Venezuela bis Peru ausgedehnt haben muss, was

Digitized by Google

durch die in vorliegender Arbeit beschriebene Varietät *Tissotia Ficheuri* var. *Peruana* vollauf bestätigt wird.

Placenticeras attenuatum Hyatt sp.

Buchiceras attenuatum Hyatt Proc. Boston N. H. Soc. 17. p. 372.
Ammonites attenuatus Hyatt sp. Gabb (2) p. 264. Taf. XXXVI Fig. 1, 1a, 1b.

Diese von Gabb (l. c.) genauer beschriebene und abgebildete Art gehört offenbar nahe zu der Gruppe des stark variirenden *Placenticeras syrtale* Morton sp. aus dem Santonien, von dessen Synonymie und verwandtschaftlichen Beziehungen de Grossouvre (1) p. 128 ff. Taf. V Fig. 3 (Lobenlinie unten copirt), Taf. VI Fig. 1 u. 2, Taf. VII Fig. 1, Taf. VIII Fig. 1, eine eingehende Darstellung giebt, auf welche hier verwiesen werden soll. de Grossouvre weist vor Allem auf die starke Variabilität dieser Art hin, welche sich in verschiedenster Richtung: Grösse, seitliche Compression, Verzierung, Ausgestaltung der Lobenlinie, äussert. — Allmähliche Übergänge von einer Varietät zur andern sind vorhanden.

Fig. 4.

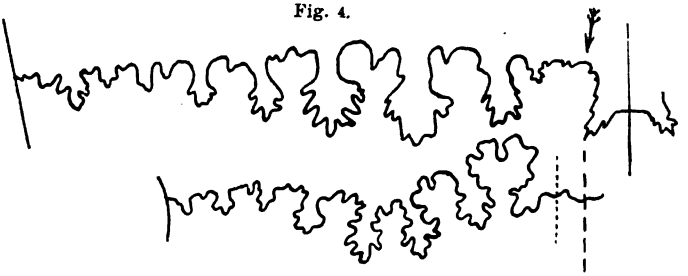


Fig. 5.

Fig. 4. Copie der Lobenlinie von *Ammonites attenuatus* Hyatt. nach Gabb.
Fig. 5. Copie der Lobenlinie von *Placenticeras syrtale* Morton sp. nach de Grossouvre.

Ich würde nicht anstehen, den *P. attenuatum* Hyatt sp. mit *syrtale* Morton zu identificiren, wenn nicht die von Gabb gezeichnete Lobenlinie von der bei Grossouvre gegebenen in einigen Einzelheiten abwiche. Allerdings ist es sehr möglich, dass die Darstellung der Lobenlinie bei Gabb nicht ganz einwandfrei ist, da sein Exemplar wenig gut erhalten ist. Ausserdem ist es möglich, dass der Zeichner die Loben zu sehr in einer geraden Linie angeordnet wiedergegeben

Digitized by Google

hat, während sie bei *syrtale* einen geschwungenen Verlauf nehmen.

Habituell ähnelt das von GABB (2) (Taf. XXXVI Fig. 1, 1a, 1b) abgebildete Exemplar (Lobenlinie oben copirt) am meisten dem von DE GROSSOUVRE auf Taf. VI Fig. 1a und b wiedergegebenen mit der Ausnahme, dass bei GROSSOUVRE's *syrtale* var. *Guadeloupae* RÖM. die Knoten auf den Flanken weniger dem Nabel genähert erscheinen, wie bei *attenuatus* HYATT, ein Merkmal, welches jedoch nicht zu specifischer Trennung verwendet werden kann, da die Lage dieser Knoten stark variirt.

Schon SCHLÜTER vereinigte *Ammonites syrtalis* MORTON mit dem texanischen *Guadeloupae* RÖMER (ferner mit *Vibrayeanus* GEIN., *Geinitzi* D'ORB. etc. vergl. SCHLÜTER (1). p. 46 ff.), worin ihm DE GROSSOUVRE folgt, während letzterer STOLICZKA's *Guadeloupae* und *Orbignyanus* aus der indischen Kreide (Trichonopoly und Ootatoor Group) abgetrennt lässt.

Die unzureichende Abbildung GABB's verbietet mir, seine Art mit *Placenticeras syrtale* MORTON ident zu setzen.

Eine nahe Verwandtschaft ist jedenfalls vorhanden; dieselbe ist besonders deshalb von erhöhtem Interesse, als *syrtale* MORTON = *Guadeloupae* RÖM. aus Alabama und Texas auf einen Zusammenhang mit französischen (Touraine, Charente, Dordogne) Formen, solchen aus der Gosau (als (var.) *Milleri* von HAUER beschrieben) und solchen aus den norddeutschen Quadratenschichten hinweisen. Ferner ist *P. syrtale* aus dem Santonien von Tunis (PERON (2) p. 18) bekannt.

Nach DE GROSSOUVRE ist *P. syrtale* bezeichnend für das Santonien (also oberstes Untersenon); die indischen Verwandten *Guadeloupae* STOLICZKA und *Orbignyanus* STOL. liegen tiefer (Trichonopoly Gr. und Ootatoor Gr.).

Bei dem peruanischen Fund von *Ammonites attenuatus* HYATT veranlasste die Vergesellschaftung dieses Ammoniten mit *Vola (Neithea) 5-costata* SOW., GABB, denselben in die mittlere Kreide zu stellen; die nahe Verwandtschaft mit *syrtale* veranlasst mich, ihn in der oberen Kreide, dem Santonien zuzurechnen, da *Vola 5-costata*, welche vom Cenoman bis Senon durchgeht, für keinen bestimmten Horizont spricht.

Digitized by Google

Fundort von Dr. Ant. Raimondi: Quebrada de Huari, zwischen Morococho und Jauja. Aus einem bläulichen kalkigen Sandstein, der in der Cordillere des centralen Theils von Mexico weit verbreitet ist. — 3300 m über Meeresspiegel.

Folgerungen.

Die in vorliegender Arbeit aus Peru beschriebenen Arten gehören fast alle der oberen Kreide an.

Leider lagen mir hauptsächlich nur Austern vor, deren Zuverlässigkeit für stratigraphische Bestimmungen viel zu wünschen übrig lässt; doch sind auch unter diesen einige charakteristische Formen, die einestheils für sich, anderntheils durch ihre Vergesellschaftung mit anderen Arten einigermaassen sichere Schlüsse gestatten.

Aus der unteren Kreide lagen mir bloss einige, z. Th. sehr wenig gut erhaltene Steinkerne, von Gastropoden vor, die ich wegen ihres Vorkommens in der Nähe Kohle führender Schichten in das Albien stellte, nachdem von Steinmann (1) und Gerhardt (1) p. 117 das Alter dieser Schichten als Gault erkannt worden ist.

Aus dem Cenoman liegen eine Anzahl von z. Th. gut gekennzeichneten Austern vor.

Bei Vergleich mit den typischen Cenomanformen aus Nordafrika zeigt sich nächste verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit, sodass ein Schluss auf cenomanes Alter der betreffenden Schichten, wenn auch unter Vorbehalt, gerechtfertigt erscheint. Gewisse Zweifel an dieses Alter könnte das Erscheinen der Varietät von *Exogyra arietina* var. *diceratina* Steinm. erwecken, da *arietina* nach Hill bezeichnend für seine oberen Denison beds (Washita Div.) ist, welche nach ihm die Grenze gegen die obere Kreide darstellen. — Es ist auffällig, dass Hill in seiner neuesten Arbeit (Hill 3) bei der Gliederung der texanischen Kreide europäische Horizontbestimmungen ganz unberücksichtigt lässt und nicht zum Vergleich heranzieht. — Es kann unmöglich meine Aufgabe sein, einen solchen Versuch an dieser Stelle zu unternehmen, da eine derartige Arbeit nur an Hand grossen Vergleichsmaterials möglich — allerdings auch sehr erwünscht — wäre. — Vor der Hand finden wir bei Hill den Haupt-Rudisten-

Digitized by Google

Horizont im Edwards limestone, also in der unteren Kreide unter *Schloenbachia acuto-carinata* Shum.

Wir finden *(Ostrea) Chondrodonta Munsoni* Hill gleichfalls unter der Washita Div., während für den südeuropäischen Rudistenkalk mit den gleichen und ähnlichen Formen obercenomanes bis turones Alter sehr wahrscheinlich gemacht worden ist. — [Böhm (1), Felix und Lenk (1) p. 172, Böhm in Felix und Lenk (1) p. 152 ff., Rückert (1), Hörnes (1).] Aus diesen Gründen kann ich mich nicht entschliessen, *Exogyra arietina* var. *diceratina* Steinm. als bezeichnend für untere Kreide anzusehen, da mir das untercretaceische Alter der *E. arietina* führenden Schichten in Texas von Hill nicht einwandfrei bewiesen erscheint.

Die Vergesellschaftung dieser var. *diceratina* Steinm. mit anderen Cenomanformen, wie z. B. *E. olisiponensis* var. *duplex* Steinm., spricht jedenfalls für obere Kreide. — Eine *Trigonia* aus der Verwandtschaft der *crenulata* Lam. var. *Peruana* P. deutet auf Turon, ohne jedoch völlige Gewissheit zu geben.

Das Vorhandensein von Untersenon wurde bereits von Gerhardt (1) p. 84 für Peru nachgewiesen. — Er konnte venezuelanische *Lenticeras* untersenonen Alters mit *Ammonites Andii* Gabb aus Peru identificiren. Gerhardt's Annahme, „dass das Untersenonmeer in Venezuela sich bis Peru ausgedehnt hat", wird durch zwei charakteristische Ammoniten bestätigt: *Tissotia Ficheuri* var. *Peruana* und *Placenticeras attenuatum* Hyatt, den ich zu *syrtale* Morton stelle.

Für Obersenon spricht das Vorkommen von *Ostrea Nicaisei*, allerdings ist weitere Bestätigung durch zuverlässigere Leitformen erwünscht.

Somit wäre eine continuirliche Meeresbedeckung zur Kreidezeit vom Albien bis zum Obersenon für Peru sehr wahrscheinlich gemacht, wenn schon manche Lücken noch besserer Ausfüllung bedürfen.

Bei einem faunistischen Vergleich mit anderen Gebieten weisen sämmtliche verwandtschaftliche Beziehungen mit grosser Deutlichkeit auf Nordafrika bezw. das mediterrane Gebiet überhaupt hin. — Was Gerhardt über die Albienfauna von Peru sagt, gilt für die ganze obere Kreide dieses Landes;

Digitized by Google

faunistisch schliesst sie sich an diejenige von Nordafrika und Süd-Europa eng an. Fast alle Formen sind mit mediterranen so nahe verwandt, dass man bei Vergleich grossen Materials sicher völlig idente Formen finden würde. Aus diesem Grunde habe ich mich gehütet, verhältnissmässig wenig abweichende Exemplare, lediglich weil sie in Peru und nicht in Nordafrika vorkommen, mit neuen Gattungsnamen zu belegen. Stark ausgeprägt ist der mediterrane Charakter in der Ostreenfauna Peru's, und zwar besonders auffällig in dem Auftreten von Exogyren aus nächster Verwandtschaft der *africana* Coq. und *ostracina* Lam. *Exogyra olisiponensis* Sharpe findet sich in einer Varietät *duplex* Steinm., die im Allgemeinen noch vorzüglich die typischen Merkmale der wohl charakterisirten Stammform aufweist.

Ostrea Nicaisei (= sp. ined. var. *Dana*) ist zweifellos völlig ident mit der afrikanischen Art Coquand's. *Vola 5-costata* wies Gabb bereits für Peru nach.

Unter den Ammoniten kommt bezüglich verwandtschaftlicher Beziehungen der *Tissotia Ficheuri* var. *Peruana* das grösste Interesse zu, einerseits wegen der zweifellosen Zugehörigkeit des peruanischen Exemplars zu einer nordafrikanischen Art, welcher, soweit wir wissen, hoher stratigraphischer Werth zukommt, andererseits wegen des erneuten Nachweises weitester Verbreitung dieser eigenartigen Gattung.

Placenticeras attenuatum steht in engster Beziehung zu *syrtale* Morton, ebenfalls einer Art, die in mediterranem Gebiet weite Verbreitung besitzt.

Neben diesem nahen Anschluss an die europäisch-nordafrikanische Fauna finden sich, in allerdings spärlicherem Maasse, Beziehungen zu Brasilien (worauf gleichfalls Gerhardt schon hinweisen konnte) durch *Tylostoma* cf. *aequiaxis* und *T. globosa* White, *Exogyra ostracina* und *Vola 4-costata*.

Geringe Vergleichspunkte gewährt ein Vergleich mit der oberen Kreide Indiens (*Vola 5-costata, Exogyra ostracina, Ostrea telugensis*).

Auch die faunistische Verwandtschaft mit dem relativ nahen Texas ist auffallend gering; nur *Schloenbachia acutocarinata* Shum., *Exogyra* var. *diceratina* geben gewisse Anhaltspunkte für einen Zusammenhang.

Digitized by Google

	Aus früheren Arbeiten von Peru bekannt gewordene Arten der oberen Kreide + Albien	In vorliegender Arbeit beschriebene Arten	Idente oder wichtigste nahe verwandte Arten in anderen Gebieten
Ob. Senon	*Ostrea Nicaisei* Coq. = sp. ined. Dana	*Ostrea Nicaisei* Coq. — cf. *Pasiphae* Coq.	*Ostrea Nicaisei* Coq., Nordafrika. — *Pasiphae* Coq., „ — *telugensis* Stol., Indien.
Unt. Senon	*Vola 5-costata* Sow. sp. *Placenticeras attenuatum* Hyatt = *syrtale* Morton sp.? *Lenticeras Andii* Gabb sp. *Holectypus numismalis* Gabb sp.	 *Tissotia Ficheuri* var. *Peruana* Paulcke *Holectypus* cf. *serialis* Desh.	*Vola 5-costata* Sow., Europa, Nordafrika, Indien. — *4-costata* Sow., Europa, Nordafrika, Indien, Brasilien. *Plac. syrtale* Morton sp., Europa, Nordafrika, Nordamerika. *Tissotia Ficheuri* de Gross., Nordafrika. *Lenticeras Andii* Gabb sp., Venezuela. *Holect. serialis* Desh., Frankreich, Nordafrika.
Turon		*Trigonia crenulata* var. *Peruana* Paulcke	*Trigonia crenulata* Lam., Frankreich, Italien, Nordafrika.
Cenoman		*Plicatula* cf. *Fourneli* Coq. *Exogyra africana* var. *Peruana* Paulcke — *arietina* var. *diceratina* Steinm. — *olisiponensis* var. *duplex* Stm. — *Reissi* Steinm.	*Plicatula Fourneli* Coq., Algier, Palästina. *Exogyra africana* Coq., Süditalien, Nordafrika, Syrien. — *arietina* Röm., Texas. — *ostracina* Lam., Europa, Nordafrika, Indien, Brasilien. — *olisiponensis* Sharpe, Südeuropa, Nordafrika. — *africana* Coq., Süditalien, Nordafrika, Syrien.
Albien = Gault	*Schloenbachia acutocarinata* Shum. *Mojsisovicsia Dürfeldi* Steinm.	*Tylostoma* cf. *aequiaxis* Coq. *Nerinea* cf. *nerinaeformis* Coq. sp *Fusus* sp.	*Tylostoma aequiaxis* Coq., Nordafrika. — *globosa* Sharpe, Portugal, Brasilien. *Nerinea nerinaeformis* Coq. sp., Süditalien, Nordafrika, Palästina. *Schloenbachia Roissyana* d'Orb., Frankreich, Schweiz.

Digitized by Google

Die Beziehungen zur mexicanischen Kreide (cf. Felix und Lenk, Beiträge z. Geol. u. Pal. der Republik Mexico 1889—99, p. 167 ff.) sind ebenfalls auffallend geringe; idente Arten sind mir nicht bekannt geworden.

B. Formen aus der unteren Kreide von Chile.

Echinodermata.

Cyphosoma mollense nov. sp. — Taf. XVII Fig. 11, 11a, 11b.

Diese in fünf Exemplaren mir vorliegende Art ist von mittlerer Grösse.

Durchmesser	28—36 mm
Höhe	13—16 „

Die Gestalt ist fast kreisrund. Mund und After sind eingesenkt.

Die Porenreihen verlaufen auf der Oberseite fast gerade, auf der Aussen- und Unterseite jedoch wegen Grössenzunahme der Warzen geschlängelt. Eine Verdoppelung der Porenpaare in der Mund- und Aftergegend findet in der Regel nicht statt; nur bei zwei Exemplaren zeigen die Porenreihen einzelner Ambulacra in der Aftergegend diese sonst bei *Cyphosoma* häufige Erscheinung.

Die Ambulacralfelder sind mit zwei Reihen Warzen versehen, die von der Mundgegend aus an Grösse zunehmen, an der Peripherie am grössten sind, um dann wieder an der Unterseite kleiner zu werden, wobei jedoch zu bemerken ist, dass die Warzen auf der Unterseite grösser und kräftiger entwickelt sind, als auf der Oberseite. Die Körnelung der Ambulacralschildchen ist deutlich und ziemlich gleichmässig; sie umgiebt auf der Oberseite die undurchbohrten 10—12 Warzen, welche sich kräftig absetzen, von allen Seiten, folgt also dort den Nähten überall. Gegen die Peripherie zu und auf der Unterseite ist die Gegend der Quernähte frei von Körnelung. — An der Peripherie werden die Interambulacralreihen fast doppelt so breit wie die Ambulacralreihen; sie tragen gleichfalls zwei Reihen von Warzen, welche die der Ambulacralplatten an Grösse i. sp. im Durchmesser übertreffen.

Die recht gleichmässige Körnelung beschränkt sich — mit Ausnahme der ersten Felder in der Mundgegend — auf die

Digitized by Google

Zone der Längsnähte, und ist in scharfer Contour rings gegen die Warzen abgegrenzt; die Quernähte sind glatt.

Die als ausgebogtes Längsband erscheinende Körnelungszone zwischen den beiden interambulacralen Warzenreihen ist in der Umfangsregion, ca. 2 mm breit und verbreitert sich, unter Verfeinerung der Körnelung, oralwärts bis auf ca. 3 mm, während die zwischen den Ambulacralwarzen befindliche Körnelung nur eine einfache, zickzackförmig verlaufende (Linie) Körnerreihe darstellt, die oralwärts sich auflöst, und in die gekörnelte Umrandung der einzelnen Ambulacraltäfelchen übergeht.

Secundäre Wärzchen finden sich in den Körnelungszonen der Interambulacralia, besonders an der Grenze längs der ambulacralen Porenreihen.

Die Umrandungen des Afters und Mundes sind eingedrückt und ausgebrochen, so dass ich über dieselben nichts aussagen kann.

Die vorliegende Art zeigt besondere Verwandtschaft zu *C. paucituberculatum* und *Loryi* A. Gras. Von ersterer unterscheidet sie sich durch das Vorhandensein secundärer Warzen, sowie durch das Fehlen der Körnelung auf den Quernähten der Interambulacraltäfelchen.

C. Loryi ist vor Allem durch das grosse Peristom von unserer Art getrennt, ebenso durch die Vervielfältigung der Poren in der Oralgegend, sowie durch das Fehlen der secundären Warzen.

Alto del Molle bei Chañarcillo (Cordillere von Copiapó). (Lübbren coll.). Neocom.

Drei Exemplare Strassburger Sammlung.

Zwei Exemplare Römer-Museum in Hildesheim.

Brachiopoda.

Terebratula (Waldheimia) tamarindus J. Sow. — Taf. XVII Fig. 12, 12a.

cf. Loriol Pal. Suisse V. 1872, Brachiopoda p. 96 ff.
Anthula (1) p. 70.

Die vorliegenden Exemplare (geätzte Stücke) stimmen am besten mit Sowerby's und Davidson's Abbildungen in Form und Grösse überein.

Digitized by Google

Sie wurden 1883 von Steinmann im Neocom von Potrero seco (Cordillere von Copiapó) in verkieselten Kalken gesammelt.

Sonstiges Vorkommen: Kaukasus, zusammen mit *Rhynchonella multiformis* Ol., Nord- und Südabhang (Abich coll.); Balkan, St. Croix, Südfrankreich (Velain im Dauphiné), England.

Strassburger Sammlung.

Terebratula (Waldheimia) collinaria d'Orb. — Taf. XVII Fig. 13, 13a.

cf. Loriol Terr. crét. d. St. Croix.

Die vorliegenden Exemplare stimmen grösstentheils mit Loriol's, wie mit d'Orbigny's Beschreibung überein. Ein einziges Exemplar zeigt eine kleine Abänderung in Form einer leichten in der Längsrichtung in der Einbuchtung der grossen Klappe verlaufenden Erhebung.

Fundort: Unteres Ende der Schlucht, westlich Potrero seco (Cordillere von Copiapó) zusammen mit *Terebratula tamarindus* J. Sow. (Steinmann leg.) Neocom.

Sonstiges Vorkommen: Valangien des Schweizer Jura (St. Croix), alpines Neocom im Justithal, unteres Urgon: Château d'Annecy (Ducrot), Alpes vaudoises (Oosten).

Strassburger Sammlung.

Lamellibranchiata.

Pecten discors Philippi sp. emend. mihi. — Taf. XVII Fig. 10, 10a.

Lima? discors Philippi (1) p. 20. Taf. XI Fig. 4.

Länge . . . . . 45—80 mm
Breite . . . . . 51—70 „

Ein Atzstück dieser Art mit theilweise erhaltenen Ohren stellt ihre Zugehörigkeit zu *Pecten* sicher. Philippi lag nur ein mangelhaft erhaltenes Exemplar ohne Wirbel vor, so dass er die Gattung nicht mit Gewissheit bestimmen konnte; er schreibt: „Su escultura i la desigualdad de las valvas es de *Pecten* pero la forma oblícua de la concha es de Lima.“ Die schief-ovale Form kommt bei den vorliegenden Exemplaren

Digitized by Google

nur in geringem Maasse zur Geltung und scheint mir auch im reconstruirten Theil seiner Abbildung stärker betont zu werden, als es der Wirklichkeit entsprechen dürfte.

Pecten discors gehört in die Gruppe des jurassischen *P. Tombecki* DE LOR. (LOR. Roy. Tomb. Jur. sup. Hte. Marne p. 383. Taf. XXII Fig. 7) und seiner Verwandten, deren Eigenthümlichkeit besonders in stark verschiedener Sculptur der beiden Klappen besteht.

Die allgemeine Gestalt ist, soweit die unvollkommen erhaltenen Exemplare einen Schluss ziehen lassen, leicht schräg oval, ohne dabei die schiefe Form des *Lima*-Typus anzunehmen. Die beiden Klappen zeigen verschiedene Wölbung und verschiedene Sculptur. Die etwas stärker gewölbte rechte Klappe trägt zweierlei Radialrippen, und zwar 6—8 breitere und stärker gewölbte schuppige Hauptrippen, welche 2—4 Mal so breit sind, wie die zwischen je 2 Hauptrippen interpolirten Zwischenrippen, deren Zahl zwischen 2 und 9 schwankt. Letztere sind gleichfalls, aber in geringerem Maasse, schuppig entwickelt. Die Schuppen treten, im Zusammenhang mit dem Zuwachs, in concentrischer Anordnung auf, und zwar bei den schmaleren Rippen besonders in der Nähe des Schlossrandes, bei den breiteren vor Allem peripheriewärts.

Die flachere linke Klappe ist gleichmässiger sculpturirt; sie zeigt ca. 50 feinschuppige, gleichartige Rippen von gleicher Breite wie ihre Zwischenräume, dazwischen sind ca. 20 feine linienartige Rippen unregelmässig vertheilt.

Bezüglich der Beschreibung der Berippung der linken Klappe muss bei PHILIPPI ein Irrthum unterlaufen sein, da Text und Abbildung bei ihm nicht übereinstimmen.

Über Form und Grösse der Ohren kann ich keine Angaben machen, da der Erhaltungszustand ein zu ungenügender ist.

Von den bis jetzt bekannten Exemplaren befindet sich das PHILIPPI'sche Original aus der Atacama (WILLIAMS coll.) in der Sammlung von Santiago de Chile.

Zwei Exemplare und Ätzbruchstücke aus dem Neocom von Alto del Molle (LÜBBREN coll.) liegen in der Strassburger Sammlung; eine rechte Klappe vom gleichen Fundort im Römer-Museum zu Hildesheim.

Digitized by Google

Cucullaea (Arca) brevis d'Orb.

d'Orb. (1) p. 89. Taf. XX Fig. 2—4 (Steinkerne).
Gerhardt (1) p. 182. Taf. V Fig. 4a u. b.
?Arca laevigata Philippi (1) p. 55. Taf. XXVII Fig. 9.

Während d'Orbigny nur Steinkerne vorlagen, gab Gerhardt die erste Beschreibung von Schale und Schloss dieser Art, mit welcher das eine vorliegende, wenig gut erhaltene und etwas verdrückte Exemplar übereinstimmt.

Trotzdem bei Philippi nur am Hinterende der Area feine Streifen mit eigenthümlichem Verlauf gezeichnet sind, halte ich Philippi's *laevigata* für ident mit *brevis* d'Orb., zumal sonst Grösse und Habitus gut übereinstimmen.

Fundort: Ca. Tres Puntas Copiapó (Domeyko). Neocom?

Sonstiges Vorkommen: Sta. Fé de Bogotá und Rio Sube (Socorro). — Santander und Cundinamarca. Aptien.

Strassburger Sammlung.

Lucina plicatocostata d'Orb.

d'Orb. (1) p. 83. Taf. XVIII Fig. 13 u. 14.

Das eine vorliegende Exemplar stimmt in Form und Sculptur gut mit d'Orbigny's Beschreibung überein. An Grösse übertrifft es d'Orbigny's Exemplare mit 44 mm Höhe, ca. 55 mm Breite und 21 mm Dicke bedeutend.

Die Schale ist nahezu kreisförmig, seitlich zusammengedrückt; sie zeigt feine concentrische Streifung, innerhalb der sich ca. 12—14 breitere, scharf geschnittene concentrische Rippen vorheben.

Über Schloss, Vorder- und Hinterrand lässt sich wegen mangelhafter Erhaltung des vorliegenden Stückes nichts aussagen.

Vorkommen: Potreroseco, Neocom! (Steinmann) in schwärzlichen dichten Kalken. Ausserdem von Boussignault zusammen mit *Ammonites galeatus* (Barrêmien) in compacten schwärzlichen Kalken von Pitaquiro (zwischen Honda und Sta. Fé de Bogotá) gesammelt.

Weiter in gelblichem Kalk von Coyal bei Auapapua.

Strassburger Sammlung.

Digitized by Google

Exogyra cf. *Couloni* (Defr.) d'Orb.

cf. Pictet und Campiche Part IV p. 287 ff. Taf. 187, 188, 192.
Philippi (1) p. 16. Taf. VII Fig. 1.

Grosse, nur bruchstückweise und schlecht erhaltene Schalenstücke scheinen dieser weit verbreiteten Art anzugehören.

Philippi bezeichnet seine Exemplare auch mit Vorbehalt als *Exogyra Couloni* Defr. und es dürfte wohl schwer sein, bei derartig wenig markant charakterisirten Arten, noch dazu in mangelhaftem Erhaltungszustand, eine absolute Identität festzustellen.

Fundort: Alto del Molle (Neocom). Möricke. Pass von Peuquenes, Departement St. Jago, 4000 m ü. M. Pasomalo bei Arqueros (Steinmann). Chile.

Ferner: Schweiz, Südfrankreich, Dauphiné etc.

Trigonia longa Agassiz.

syn. *Tr. Lajoyi* Desh. (d'Orb.) (1) p. 87—88. Taf. XIX Fig. 1112.
Gerhardt (1) p. 184.
Pictet und Campiche (2) p. 361.

Von dieser aus Frankreich, der Schweiz und Columbien bekannten Art liegen einige verkieselte Bruchstücke in wenig guter Erhaltung vor.

Neocom (soll bis zum oberen Aptien incl. durchgehen). Enge oberhalb Puquios. Cordillere von Copiapó. (Steinmann.)

Ferner gefunden Peru, Columbien, Frankreich, Schweiz. Spanien.

Strassburger Sammlung.

Trigonia longa Agassiz var. nov. *undulatostriata* Paulcke.
Taf. XVII Fig. 1, 1a, 1b.

Aus demselben Block wurden einige Exemplare geätzt. die eine charakteristische Abweichung zeigten.

Diese Varietät zeigt den Habitus der *longa* in der äusseren Form.

Der Hauptunterschied besteht in einer Verzierung mit eigenartig wellenförmigen Rippen auf der Vorderhälfte der Schale, welche schräg zur Queraderstreifung gestellt sind; der Verlauf ist auf der Vorderseite Anfangs wie bei *longa*

Digitized by Google

horizontal (oder leicht abwärts gerichtet) und streicht dann beim Übertritt auf den Flanken steil aufwärts, fast diagonal gegen die Arealkante hinüber. Die Rippen verschwinden ungefähr an der Grenze der vorderen Schalenhälfte, so dass die Analhälfte glatt bleibt.

Der Verlauf dieser wenig stark vortretenden Rippen ist leicht geschlängelt, so dass die Sculptur einen wellenfurchenartigen Habitus zeigt.

Neocom: Enge oberhalb Puquios. Cordillere von Copiapó. (Steinmann.)

Strassburger Sammlung.

Trigonia progonos Paulcke n. sp. — Taf. XVII Fig. 2, 3, 4, 5, 6.

Diese Art bietet grosses Interesse für die Frage nach den verwandtschaftlichen Beziehungen der Trigonien. Von der kleinen Form sind leider nur unvollständig erhaltene Ätzstücke erhalten, welche jedoch in ihrer Gesammtheit ein gutes Bild von den Eigenarten dieser Species liefern.

Die Länge (22 mm) ist verhältnissmässig gering im Vergleich zur Höhe (17 mm).

Die Dicke der nur einzeln erhaltenen Klappen beträgt ca. 8 mm.

Das Schloss ist nicht erhalten.

Die Area ist nur bei einem Stück in grösserer Ausdehnung — aber doch recht unvollständig — erhalten; sie ist ziemlich schmal und von der gerippten Flanke durch eine deutliche Arealkante getrennt; ihre Begrenzung gegen das Feldchen ist an den unvollständig erhaltenen Ätzstücken nicht zu erkennen. Wahrscheinlich verbreitert sich die Area analwärts etwas.

Von genetischem Interesse ist das Verhalten der Berippung. Wir haben zwei getrennte Berippungssysteme vor uns: vertical verlaufende Rippen auf den Flanken, horizontal angeordnete auf der Vorderseite, sodass das System der letztgenannten in rechtem Winkel auf das der Flankenrippen trifft; gleichsam ein altes *Trigonia navis*-Merkmal, welches wir auch noch bei *Tr. Baylei* Dollfus aus dem Kimmeridge sehen. Eine Vereinigung der beiden Berippungssysteme zu einem

Digitized by Google

secundär einheitlich verlaufenden findet nicht statt. In diesem Punkt der Sculpturentwickelung bildet *Tr. progonos* ein gutes Übergangsglied zu *Tr. nepos* und *Tr. Delafossei.*

Im Charakter der Lateralberippung zeigt die vorliegende Art mit *Tr. nepos* und *Tr. Delafossei* grosse Ähnlichkeit, d. h. sie weist auf der Vorderhälfte der Flanken wenige kräftige, vertical verlaufende Rippen auf, welche analwärts ziemlich unvermittelt an Dicke abnehmen und in eine feine Berippung übergehen. Alle Rippen schienen gekörnelt zu sein. Ein Übergang von der Lateralberippung in die Buccalberippung findet nicht statt.

Drei grössere und einige kleinere Ätzstücke aus dem Neocom von Chile. Bei Potrero seco, Cordillere von Copiapó, durch Steinmann gesammelt.

Strassburger Sammlung.

Trigonia nepos Paulcke nov. sp. — Taf. XVII Fig. 7, 8, 8a, 8b, 8c.

Von dieser sehr interessanten Art ist leider kein ganz vollständig erhaltenes Exemplar vorhanden, doch lässt sich aus den zahlreichen Ätzstücken ein vollständiges Bild der äusseren Form und der Sculptur gewinnen.

Aus den Sculpturverhältnissen erhellen insbesondere wichtige verwandtschaftliche Beziehungen, sowohl zu älteren, wie zu jüngeren Arten.

Bei den fünf grösseren Stücken, die mir vorliegen, ist das Hinterende der Schale nirgends erhalten oder gut sichtbar, sodass die Längenmaasse nur schätzungsweise genau nach dem vollständigsten Exemplar gegeben werden können. Die Länge beträgt ca. 60 mm, die Höhe 50 mm, die Dicke ist im Verhältniss zu den anderen Dimensionen recht beträchtlich mit 42 mm bei den stärksten Exemplaren.

Die Vorderseite ist stark abgestutzt. Die Berippung der Flanken zeigt die charakteristische Eigenschaft der *Trigonia Delafossei*, d. i. plötzliches Feinerwerden der anfangs kräftigen Rippen, sowohl analwärts, wie gegen die Area zu. Die Rippen sind kräftig gekörnelt; am kräftigsten die starken Flankenrippen. Specifisch für *Tr. nepos* ist der Verlauf der Berippung auf der abgestutzten Vorder-(Buccal)

Digitized by Google

Seite. Wir finden da mehr oder weniger genau concentrisch um den Wirbel verlaufende Berippung, die am Wirbel noch in drei bis vier ungestört um diesen gelegten Kreisen beginnt; weiter unten wird sie aber dann von der prädominirenden Flankenberippung, die an der Area ihren Ausgang nimmt, und quer über die Schalenflanken verläuft (senkrecht zum Zuwachs), beeinflusst, und gleichsam verdrängt. Wir finden, dass Anfangs in der Nähe des Wirbels Buccal- und Flankenrippen verschmelzen, während sie weiter vom Wirbel entfernt in spitzem Winkel aufeinander treffen. Dabei ist zu bemerken, dass die feine, deutlich erkennbare Zuwachsstreifung unabhängig von diesen beiden Sculptursystemen verläuft.

Der Winkel, unter dem die Rippen zusammenstossen, ist spitz; theilweise erscheinen die Buccalrippen als directe Fortsetzung der Flankenrippen und es hat den deutlichen Anschein, als ob die Flankenberippung secundär die dominirende geworden ist, welche die Berippung der Vorderseite verdrängte, bezw. in sich aufnahm. In *Tr. Delafossei* hätten wir — rein morphologisch betrachtet — diesen Process vollendet; in *Tr. progonos* läge ein früheres Stadium in dieser Entwickelungsrichtung vor.

Die Area ist nur bei einem Stück in grösserer Ausdehnung — aber auch dort nicht vollständig erhalten. Sie ist stark reducirt, d. h. ausserordentlich schmal; sie scheint sich analwärts (dieser Theil ist leider nicht erhalten) zu verbreitern. Von der gerippten Flanke ist sie durch eine deutliche Arealkante getrennt, desgleichen durch eine zweite Kante vom Feldchen; zwischen beiden Kanten liegt eine Furche. Das Feldchen ist vertieft gelegen, es erscheint — besonders an der Grenze gegen die Arealkante — kräftig ausgekehlt und verflacht sich nach der Mitte zu. Feine Rippen ziehen schräg analwärts gerichtet quer über dasselbe.

Alto del Molle bei Chañarcillo, Cordillere von Copiapó, Chile (Lübbren coll.).

Strassburger Sammlung.

Neocom.

Beim Vergleich der *Tr. nepos* (Neocom) mit älteren Arten fällt besonders eine ausserordentliche Ähnlichkeit mit der seltenen *Tr. Baylei*-Dollfus (Kimmeridge) auf, von welcher Bigot

Digitized by Google

(Contribution à l'étude de la faune jurass. d. Normandie 1er Mém. sur les Trigonies in Mém. Soc. Linn. Norm. **17**. Taf. XII Fig. 10, Caen 1893) eine photographische Abbildung (des Dollfus'schen Originals) giebt. — Wir können dort vor Allem den Verlauf und das Zusammentreffen der Vorderrippen und der Flankenrippen verfolgen, die in ähnlicher Weise zusammenzustossen scheinen, wie die Berippung bei *nepos*.

Bigot nennt *Tr. Baylei*: „le type le plus net du groupe des Scaphoideae", und weist auf die Anordnung („disposition") der Rippen hin: „qui est absolument la même que dans la *Tr. navis*. — In der Rippenanordnung der *Tr. nepos*, noch extremer in *Tr. progonos*, wo die Vorderrippen in rechtem Winkel auf die Flankenrippen treffen, wäre uns demnach ein altes Scaphoidenmerkmal erhalten geblieben, das bei *progonos* noch scharf erhalten; bei *nepos* schon etwas verwischt erscheint. Bei der letztgenannten Art beginnt schon die Buccalberippung in die Lateralberippung einbezogen zu werden. —

Weitere nahe Beziehungen liegen zwischen *Tr. nepos* und *Delafossei* Bayle u. Coq. vor, bei welch letzterer eine Trennung der Buccal- und Lateralberippung nicht mehr vorhanden ist. Es erscheinen dort nur noch in der Wirbelgegend sehr feine zwischen die Buccalrippen eingeschaltete Zwischenrippen, die als Rest einer selbständig verlaufenden Buccalberippung zu deuten sein dürften.

Gemeinsam haben diese drei nahe verwandten Arten *progonos, nepos* und *Delafossei* das Merkmal weniger, kräftig vortretender Lateralrippen auf der vorderen Hälfte der Schalenflanken. Bei allen drei Arten werden diese Lateralrippen nach hinten plötzlich feiner, eine Eigenthümlichkeit, die auch bei der turonen (indischen) *tuberculifera* Stol. und der südafrikanischen *ventricosa* Krauss auftritt, wenn auch in geringerem Maasse. —

Jedenfalls stellen diese Formen interessante Entwickelungsstadien im Genus der Trigonien dar, und geben wichtige Anhaltspunkte für die Klärung der Stammesgeschichte dieser formal so plastischen Art, besonders für die Erkenntniss der verwandtschaftlichen Verhältnisse der Gruppen der Scaphoideae und Scabrae.

Digitized by Google

Trigonia Delafossei Bayle u. Coquand. — Taf. XVII Fig. 9, 9a.

Bayle u. Coquand (3) 2 sér. 2. p. 37. Taf. VIII Fig. 27.
Philippi (1) p. 85 Copie Taf. XXXVI Fig. 4.

Die Bruchstücke, in denen mir diese interessante Art vorliegt, stimmen gut mit der Bayle und Coquand'schen Beschreibung überein.

Trigonia Delafossei unterscheidet sich nach den genannten Autoren: „de toutes les Trigonies", „décrites jusqu'ici dans les auteurs", und zwar dadurch, dass zwei Arten von charakteristischen Rippen über die Schale ziehen. Erstens 11—12 (ich konnte nicht ganz so viel an den Bruchstücken erkennen) in der Wirbelhälfte, welche am freien Schalenrande beginnen, kräftig vorspringen, und mit Höckern besetzt sind, dann an Dicke abnehmen und in feine schmale Rippen übergehen.

Die zweite (anale) Hälfte der Schale ist mit ziemlich unvermittelt absetzenden feinen niedrigeren, weniger gekörnten Rippen verziert, die jedoch auch noch gegen den Schlossrand zu an Dicke abnehmen.

Die Beschreibung von Area und Feldchen scheint bei Bayle und Coq. nicht ganz genau wiedergegeben zu sein, wobei ausserdem offenbar noch ein Druckfehler mit unterlaufen ist. Leider ist nur bei einem der mir vorliegenden Exemplare die Schlossgegend gut erhalten. Die schmale Area hat einen gebogenen Verlauf und ist gegen die Schalenflanken, wie gegen das Feldchen von einer mehr oder weniger scharfen Kante gut abgesetzt, welche auf dem Feldchen durch das Zusammentreffen der wagerechten Arealrippen mit den gebogenen Feldchenrippen gekörnelt erscheint. Distalwärts durchzieht die Mitte der Area eine seichte Längsfurche.

Das ausgekehlte Feldchen ist ausserdem noch durch eine vom Wirbel abwärtsziehende Furche von der Area getrennt. Die feinen scharfen Rippen des Feldchens zeigen eine Biegung (für „couleur" Bayle und Coq. ist wohl „courbure" zu setzen), die derjenigen der Flankenrippen entgegengesetzt ist.

Sehr bemerkenswerth ist die Ähnlichkeit der vorliegenden Art mit *Tr. ventricosa* Krauss aus Südafrika (Act. nov. Ac. Leop.-Car. XIV. 11. p. 456. Taf. XLIX Fig. 2, repro-

Digitized by Google

ducirt von STOLICZKA (1) 3. Pelecyp. Taf. XV Fig. 9) und der dieser sehr nahe stehenden *Tr. tuberculifera* STOL. aus Indien (Coorum Trichonopoly group). Diese beiden Kreideformen (KRAUSS bezeichnete seine Art s. Zt. irrthümlich als jurassisch) zeigen mit *Tr. Delafossei* besonders das plötzliche Feinerwerden der Rippen im analen Schalentheil, neben sonstiger habitueller Ähnlichkeit. — Von Area und Feldchen dieser Art geben die Autoren leider auch keine Abbildung.

Vorkommen: Chile. Neocom. Enge oberhalb Prequios (STEINMANN). In den drei genannten Arten *Tr. Delafossei* BAYLE u. COQ., *ventricosa* KRAUSS und *tuberculifera* liegt eine interessante Formengruppe von allernächster Verwandtschaft vor, deren Vertreter sich auf Südamerika, Südafrika und Indien vertheilen, und offenbar local differencirte Formen einer gemeinsamen Ursprungsart darstellen; cf. dazu die verwandtschaftlichen Beziehungen von *Tr. transitoria* und *Tr. Hertzogi* STEINMANN (2).

Trigonia transitoria STEINMANN.

STEINMANN, dies. Jahrb. 1881. p. 260. Taf. XIII Fig. 3 (Beil.-Bd.).
STEINMANN, dies. Jahrb. 1882. I. p. 271. Taf. VII Fig. 3 u. 4.
PHILIPPI, Les fossiles .... 1899. p. 63. Taf. XXIX Fig. 5—7.

Ein unvollständig erhaltenes Exemplar aus dem Neocom von Alto del Molle bei Chañarcillo (Chile). STEINMANN coll. Ein Exemplar Römer-Museum Hildesheim (unvollständig).

Cephalopoda.

Hoplites cf. *noricus* ROEM.

NEUMAYR u. UHLIG (1) p. 171—172. Taf. XLII Fig. 5.
v. KOENEN (1) p. 174 ff. Taf. XXI Fig. 4.

Ein unvollkommen erhaltenes Exemplar eines Hopliten aus der *Noricus*-Gruppe wird am besten zu *Hoplites noricus* ROEM. gestellt.

Die Lobenlinie ist nicht erkennbar.

Das vorliegende, mässig erhaltene Bruchstück ähnelt am meisten dem von v. KOENEN (1) Taf. XXXI Fig. 4 abgebildeten Exemplar, und es hält mich nur der etwas ungenügende Erhaltungszustand ab, das chilenische Exemplar mit dem von Kirchwehren ident zu setzen, von NEUMAYR und UHLIG l. c.

Digitized by Google

auf Taf. XLII Fig. 5a, b abgebildeten, als Jugendexemplar von *H. oxygonius* Neum. u. Uhl. gedeuteten Stück.

Domeyko leg. Ca. Yeguas muertas; Thal des Rio Maipu, Chile. Neocom. Sonst bekannt aus dem unteren Hauterivien der Gegend von Braunschweig.

Crioceras cf. *Duvali* Lév.

1851. *Crioceras Duvali* Bayle u. Coquand (3), Taf. III Fig. 1—4.
" " " Bayle (2), Atlas tab. XCVII.
Literatur cf. Sarasin u. Schödelmayer, Études Monogr. des Ammonites du Cretacé Inférieur de Châtel-Saint Denis. II ème partie. Mém. Soc. pal. Suisse. **29**. 1902. p. 106. Taf. XII Fig. 1.

Bezüglich der Unterscheidung und Abgrenzung von *Crioceras Duvali* Lév., *Emerici* Lév. und Verwandten herrscht einige Unsicherheit in der Literatur, und die verschiedenen Autoren sind sich über Berechtigung und Abgrenzung der einzelnen Arten nicht recht einig. Uhlig (1) weist mit Recht darauf hin, dass in diesen Verwandtschaftsfragen nur durch eingehende Untersuchungen des französischen Materials und der Originalexemplare volle Klarheit geschaffen werden kann. Auch Sarasin und Schödelmayer l. c. sind zu einer befriedigenden specifischen Trennung, was sie auch bemerken, der Gruppe des *Cr. Duvali* nicht gekommen. Der Vergleich der Diagnosen von *Cr. Duvali* Lév. und *Cr. Villersianum* d'Orb. zeigt eben, dass in den Charakteren, welche entscheidend sein sollen, starke Variabilität herrscht, dass, wie die genannten Autoren betonen, Übergänge vorhanden sind. Dass *Cr. Duvali*-Formen im Barrêmien vorkommen, zeigt eben ein Fortbestehen derselben an; aber es scheint mir ein gefährliches Vorgehen zu sein, die Formen nun deshalb, weil sie in einem höheren Horizont vorkommen — lediglich aus diesem Hauptgrund —. mit einem eigenen Namen zu belegen, oder einen Namen dafür beizuhalten, zumal sogar die Lobenlinien, soviel sich erkennen lässt, absolut ident sind. Zuerst werden die Horizonte nach Fossilien abgetrennt und dann die Fossilien wegen ihres Vorkommens in diesen Horizonten als verschiedene Species unterschieden! Im vorliegenden Fall scheint sogar nur ein Theil der als *Cr. Villersianum* bezeichneten Formen dem höheren Horizont Barrêmien zu entstammen.

Digitized by Google

Gerade bei Formen, die, wie viele cretaceischen Cephalopoden, starke Variabilität und Tendenz zu Nebenformenbildung aufweisen, scheint mir bei Revision der Arten, wie bei Bearbeitung neuen Materials in der Beibehaltung und in der Neubenennung von Arten und Gattungen grösste Zurückhaltung dringend geboten. — Besonders ist der Wunsch wohl berechtigt, dass in der descriptiven Palaeontologie der Entwickelungsgedanke noch lebendiger werden möge!

Die mir vorliegenden Bruchstücke äusserer Windungen zeigen gute Übereinstimmung mit dem *Cr. Duvali* Lév., den Bayle im Atlas z. Expl. d. l. Carte Géol. de France, tab. XCVII abbildet. Die Zahl der Zwischenrippen wechselt, Knoten sind nicht zu sehen.

Im Gegensatz dazu zeigt das von Bayle und Coquand l. c. (2) p. 34 beschriebene und auf Tab. III abgebildete Exemplar einer Form aus der *Cr. Duvali*-Reihe besonders auf älteren Umgängen kräftig entwickelte Knoten in umbilicaler, lateraler und ventraler Anordnung; das von denselben Autoren auf der gleichen Tafel abgebildete Exemplar eines *Cr. Duvali* aus der Krim zeigt gleichen Charakter der Berippung, jedoch nur in der Umbilicalgegend entwickelte Knoten. Es ist dies ein ebenso variables Merkmal wie das der Entfernung der Hauptrippen und der Zahl eingeschalteter Nebenrippen oder der Grad der Involution. Meiner Ansicht nach haben wir es hier höchstens mit Varietäten derselben Art zu thun, die vielleicht z. Th. als Localvarietäten in der einen Gegend mehr, das eine, in der anderen Gegend mehr das andere Merkmal stärker accentuirt zeigen, aber durch zahlreiche Übergänge miteinander verbunden sind. — Die vorliegenden Exemplare stammen aus dem Neocom (Hauterivien) von Chañarcillo, Cordillere von Copiapó, Chile (Steinmann-coll.).

Das Vorkommen dieser weit verbreiteten Art (Schweiz, Südfrankreich, Krim) erregte schon die Aufmerksamkeit von Bayle und Coquand, die bereits 1851 schrieben:

„On sait que les *Crioceras* caractérisent d'une manière spéciale la formation néocomienne des Alpes et de la Provence, où ils sont très abondants. N'est-il pas remarquable de voir ce genre embrasser ainsi un horizon si étendu, et les mêmes espèces représentées dans les deux hemisphères?"

Digitized by Google

Crioceras cf. *Duvali* Lév. var. *Emerici* Lév.

Literatur cf. Sarasin u. Schödelmayer (1). p. 115; ferner für Südamerika Bayle u. Coquand (3). p. 35.

Wir stehen hier vor der gleichen Frage, welche die Autoren seit Langem beschäftigte, ohne dass eine befriedigende Antwort gegeben worden wäre: ist *Crioceras Emerici* als selbständige Art aufzufassen oder gehört er in die Varietätenreihe des *Cr. Duvali* Lév. Sarasin und Schödelmayer (l. c. p. 115 ff.) trennen *Cr. Emerici* als selbständige Art ab.

Sie schreiben zwar u. a.: „Il est certain que la limite entre *Crioceras Duvali* et *Crioceras Emerici* n'a rien d'absolument tranché" und weiter: „Il nous paraît très probable que *Cr. Emerici* dérive directement de *Cr. Duvalii* et qu'il lui est naturellement relié par tous les termes de passage." „Les cloisons, toujours très indistinctes, ne permettent de reconnaître en fait de caractères que ceux qui sont communs à tous les Crioceras voisins de *Cr. Duvali.*" Nach Betonung des Umstandes, dass die extremen Formen sich gut von einander unterscheiden, bemerken die Autoren schliesslich: „qu'il y a incontestablement un avantage[1] à les distinguer comme l'ont fait Léveillé et d'Orbigny".

Ich frage, sollen für palaeontologische Arbeiten rein praktisch-systematische oder genetische Gesichtspunkte leitend und ausschlaggebend sein? Ersteres wäre bequemer, letzteres ist mühevoller.

Die mir vorliegenden Bruchstücke gehören der Varietätenreihe an, welche eine gewisse extreme Ausbildung in den unter *Cr. Emerici* Lév. zusammengefassten Formen erreicht haben. Das Hauptmerkmal für die *Cr. Emerici*-Formen, speciell zum Unterschied vom Typus *Duvali* und wird angegeben: Lockere Spirale, zahlreichere Hauptrippen, die stärker vorspringen und kräftiger bedornt sind; weniger feine und weiter auseinander liegende Nebenrippen.

Ferner ist ein weiterer Unterschied („bien net") zwischen Typus *Emerici* und Typus *Duvali* der, dass bei *Cr. Duvali* die Windungen mehr abgeflacht sind, während der Querschnitt bei *Cr. Emerici* mehr rund erscheint [auch ein Merkmal, in dem

[1] Der Sperrdruck rührt von mir her.

Digitized by Google

Übergänge vorhanden sind, cf. z. B. PICTET und CAMPICHE (2). t. XLVIIbis].

Bei meinen chilenischen Stücken, die die *Cr. Emerici*-Charaktere vorwiegend aufweisen, herrscht auch grosse Variabilität im Einzelnen. Im Allgemeinen sind die Windungen nicht oder wenig abgeflacht. Dabei haben diese Formen z. Th. stark vorspringende Hauptrippen mit Ansätzen zu kräftiger Dornbildung, z. Th. weniger accentuirte Hauptrippen mit geringen oder fehlenden Knoten.

Ein Exemplar erscheint fast absolut ident mit dem, welches PICTET und CAMPICHE l. c. tab. LLVIIbis fig. 1 abbilden; das chilenische Exemplar ist etwas involuter.

Die Exemplare stammen aus dem Neocom, Barrêmien? von Chañarcillo (Bandurias); eines von Potrero seco, Cordillere von Copiapó, Chile, STEINMANN coll.

Nach dem Gesagten halte ich eine specifische Trennung dieser *Cr. Duvali-Emerici*-Formen für genetisch absolut unhaltbar; sie stellen eine Varietätenreihe dar, bei der sämmtliche zu specifischer Charakterisirung verwendeten Merkmale starken Schwankungen unterworfen sind und zahlreiche Übergänge aufweisen, welche die Aufstellung von continuirlichen Reihen ermöglichen. Ein solcher Versuch kann aber nur an der Hand grossen Materials — wie es mir nicht vorliegt — unternommen werden und liegt auch nicht im Rahmen dieser Arbeit.

An dieser Stelle soll jedoch der Hinweis wiederholt werden, dass *Cr. Duvali-Emerici* eine sehr weite Verbreitung besitzt: Nordafrika, Südeuropa, Krim, Südamerika, und überall intensive Variabilität aufweist.

Typus *Emerici* soll in Europa nur im Barrêmien vorkommen, während der Typus *Duvali* eine Hauterivien-Form ist.

Wie sich dies in Chile verhält, lässt sich vorderhand noch nicht entscheiden. Die mir vorliegenden Formen beider Extreme stammen, wie alle, von Chañarcillo.

Folgerungen.

Von den beschriebenen Formen aus der unteren Kreide Chiles kommt den Cephalopoden das grösste Interesse zu. Die varietätenreiche Reihe des *Crioceras Duvali-Emerici* LÉV.

Digitized by Google

erscheint in Chile in all den Eigenheiten, die ihre starke Variabilität zur Folge hat, genau so wie in der mediterranen Kreide, nur kann man vorderhand in Chile eine Trennung des Hauterivien vom Barrêmien nicht durchführen. Jedenfalls kann *Crioceras* var. *Emerici* Lév. nicht als typische Barrêmienform in Anspruch genommen werden, da sie neben zweifellosen *Cr. Duvali* Lév. s. str. vorkommt.

In *Hoplites* cf. *noricus* finden wir einige Beziehungen zum norddeutschen Hauterivien.

Von den Zweischalern bildet das Vorkommen von *Exogyra Couloni* nur insofern Interesse, als es das ausserordentlich ausgedehnte Wohngebiet dieser Art anzeigt; bei der grossen verticalen Verbreitung dieser Form in der unteren Kreide geht ihr jedes engere stratigraphische Interesse ab.

Die behandelten Trigonien geben in phylogenetischer Hinsicht wichtige Anhaltspunkte.

In *Trigonia longa* finden wir directe Beziehungen zur mediterranen Neocomfauna. *Tr. Delafossei* B. u. C. weisen auf Zusammenhang mit der indischen *Tr. tuberculifera* und der afrikanischen *Tr. ventricosa* Krauss.

In *Waldheimia tamarindus* J. Sow. und *W. collinaria* liegen wieder typische mediterrane Formen vor, die auf einen Zusammenhang der beiden Gebiete schliessen lassen.

In Chile lässt das vorliegende palaeontologische Material auf folgende Horizonte schliessen:

Aptien?	*Cucullaea brevis* d'Orb. (Aptien—Turon).
Barrêmien?	*Lucina plicatocostata* d'Orb., anderweitig mit *Ammonites galeatus* zusammen gefunden.
Neocom:	*Hoplites* cf. *noricus* Roem.
	Crioceras Duvali Lév.
	„ *Duvali-Emerici* Lév.
	Terebratula tamarindus Sow.
	„ *collinaria* d'Orb.
	Cyphosoma mollense P. ex aff. *Loryi*.
	Exogyra cf. *Couloni* (Defr.) d'Orb.
	Trigonia transitoria Steinmann.
	„ *Delafossei* B. et C.
	„ *progonos* Paulcke.
	„ *nepos* Paulcke.
	„ *longa* Agassiz.
	„ var. *undulatostriata* Paulcke.
	Pecten discors Philippi sp.

Digitized by Google

Die untere Kreide Südamerikas und ihre Beziehungen zur mediterranen und alpinen Kreideprovinz.

I. Das Neocom und Barrêmien.

Neocome Ablagerungen in Südamerika finden sich vor Allem im Gebiete der Cordillere, an deren Aufbau die Kreide überhaupt in ausgedehntem Maasse betheiligt ist.

Das südlichste Vorkommniss unterer Kreide ist zuerst durch DARWIN (Géol. observ.) von der Magellanstrasse bekannt geworden, wo er am Mt. Tarn *Ancyloceras simplex* D'ORB., *Hamites elatior* SOW. und *Lucina excentrica* SOW. fand, doch bedarf dieser Fund noch einer Nachcontrole; dass untere Kreide neben oberer an der Magellanstrasse vorhanden ist. bestätigen die Funde von STEINMANN bei Puerto del Hambre.

Von der südlichen, mittleren und nördlichen Region des chilenisch-argentinischen Theiles der Cordillere sind zahlreiche Neocomvorkommnisse nachgewiesen.

BAYLE und COQUAND beschrieben bereits 1851 *Crioceras Duvali* LÉV., *Exogyra Couloni* DEFR. und *Trigonia Delafossei* B. u. C., die DOMEYKO bei Arqueros gesammelt hatte. BEHRENDSEN constatirte am Ostabhang der Cordillere zwischen La Cañada Colorada und Malargue oberes Neocom in Form grauer röthlicher Kalke mit *Exogyra Couloni*, *Mytilus Cuvieri*, *Trigonia aliformis* (ferner obere Kreide), und BURCKHARDT (Cordillere argentino-chilienne 1900) fand am Nordwestabhang der Cumbre de Piedra tentada, Malargne, typisch alpin ausgebildetes Neocom mit *Hoplites* cf. *occitanicus*, *Desmoceras* cf. *ligatum* D'ORB., *Lytoceras* cf. *subfimbriatum* D'ORB. und im Westen der Cañada Colorada graue Neocomkalke mit *Exogyra Couloni*. Aus dem Centrum desselben Gebietes brachte HAUTHAL eine typische Berrias-Form, *Hoplites Malbosi* PICTET, doch lässt sich nach BURCKHARDT Berrias und Neocom im Gebiete seiner Untersuchungen nicht trennen; das Gleiche scheint in Chile der Fall zu sein.

In vorliegender Bearbeitung chilenischen Materials aus dem nördlichen Theil der Cordillere (Cord. v. Copiapó) werden neocome Ablagerungen durch *Hoplites* cf. *noricus* ROEM., *Crioceras Duvali* LÉV., *Cr. Emerici* LÉV., *Terebratula tamarindus* SOW., *T. collinaria* D'ORB.. *Cyphosoma mollense* (ex aff. *Loryi*

Digitized by Google

A. Gras.), *Trigonia longa* Agassiz nachgewiesen. Für Barrêmien und seine obere Fortsetzung ins Aptien spricht eventuell *Lucina plicatocostata* d'Orb.

Über Neocomablagerungen von Bolivien ist wenig bekannt, und die Notizen von Bayle und Darwin reichen nur zu Vermuthungen aus. Untere Kreide *(Arca Gabrielis)* ist jedenfalls vorhanden.

Aus Peru ist untere Kreide nur in ihren obersten Horizonten sicher bekannt geworden. Albien mit *Schloenbachia acutocarinata* Shum., *Mojsisovicsia Dürfeldi* Steinm. Ein von Gabb beschriebener *Ammonites* sp. ined. ex aff. *Renauxianus* d'Orb. und *cultratus* d'Orb. lässt das Vorhandensein von Neocom vermuthen.

In Columbien wies Karsten Neocom auf Grund folgender Ammoniten nach: *Ammonites santafacianus*, *Noeggerathi*, *Boussignaulti*, *Ptychoceras Humboldtianum*, *Crioceras Duvali* var. *undulatum*.

Das Vorhandensein unterer Kreide vom Barrêmien an aufwärts wurde nach den Sammlungen von Hettner, Reiss und Stübel durch Gerhardt nachgewiesen.

Das Barrêmien wird durch eine Reihe von Pulchellien erwiesen *(Pulchellia compressissima* d'Orb., *Didayi* d'Orb., *Caicedi* Karst., *Chalmasi* Nicklès, *provincialis* d'Orb., während *Acanthoceras Martini* d'Orb., *Milletianum* d'Orb., *Exogyra Boussignaulti* d'Orb., *E. aquila* d'Orb. das Aptien sicherstellen.

Albien ist vorhanden mit *Acanthoceras Lyelli* d'Orb. und *Schloenbachia acutocarinata* Shum.

In Venezuela fand Sievers *Exogyra Boussignaulti* d'Orb., welche auf Aptien schliessen lässt; tiefere Horizonte sind bis jetzt aus dieser Region nicht bekannt geworden.

Aus Brasilien kennt man Kreide nur in geringem Maasse. Südlich von den Abrohlos Islands, d. h. im Süden des 18° s. Br. konnten Kreidevorkommnisse bis dato überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Auf Grund der von White beschriebenen Fossilien theilt Kossmat die in der Provinz Sergipe (Ostküste von Brasilien, ca. 7—9° s. Br.) gefundenen Arten dem Cenoman zu, während er diejenigen aus der Provinz Pernambuco (10—11° s. Br.) an die Grenze zwischen Kreide und Tertiär stellt. — Im

Digitized by Google

Innern des südamerikanischen Continents, und in dem südlichen Theil seiner östlichen Hälfte kennt man bis jetzt keine Kreideablagerungen; inwieweit sie vorhanden ist, darüber müssen spätere Forschungsreisen Gewissheit geben.

Nach den bisherigen Untersuchungen scheint die Kreide, im Speciellen die untere, vor Allem auf die westlichen und nordwestlichen Gebiete des südamerikanischen Festlandes beschränkt zu sein. Dort ist aber auch ihr Vorkommen im ganzen Bereich der Cordillere, von mehr oder weniger starken tektonischen Störungen streckenweise unterbrochen, als schmale Längszone nachgewiesen worden.

Für die Cordillere (chilen.-argentin.) nimmt BURCKHARDT eine intercretaceische Hebung an, da nach ihm am Ostabhang derselben postneocome Ablagerungen als Küstenfacies ausgebildet erscheinen, und obercretaceische Schichten im centralen und westlichen Theil der Cordillere selbst fehlen.

Wenn wir das bisher bekannt gewordene neocome Fossilmaterial überblicken, so fällt sofort und vor Allem die Menge identer und nahe verwandter Arten auf, welche die Gebiete der südamerikanischen Cordillere mit Nordafrika, Spanien, Südfrankreich, Schweiz etc. besitzt, ein Umstand, der schon im Jahre 1842 D'ORBIGNY zu der Äusserung veranlasste, dass zu der Zeit, als das Kreidemeer das mediterrane Becken bildete, das Neocommeer einen grossen Theil Columbiens bedeckt haben müsse, und dass zur Kreidezeit offenbar eine Verbindung bestanden habe, welche das Vorhandensein identer Arten in beiden Gebieten erklärt.

Fast jeder neue Fund und jede neue Untersuchung hat neues Material zur Bestätigung dieser Ansicht zu Tage gebracht, dieselbe immer fester begründet, und ein Vergleich der Faunen dieser Gebiete wird ihre nahen und verwandtschaftlichen Beziehungen klar erkennen lassen und weitere Schlüsse auf die Ausdehnung des Neocommeeres erlauben.

Die für die älteste Kreide in Europa charakteristischen Arten, theils Berrias-Formen, theils typische Vertreter des alpinen Neocoms (*Hoplites Malbosi* coll. HAUTHAL, *Hopl.* cf. *occitanicus* PICTET, *Desmoceras* cf. *ligatum* D'ORB., *Lytoceras* cf. *subfimbriatum* D'ORB., coll. BURCKHARDT) finden sich in der chilenisch-argentinischen Cordillere.

Digitized by Google

Die für das Valanginien bezeichnende *Terebratula tamarindus* Sow. ist aus England, Südfrankreich (Provence, Velain i. Dauphiné), St. Croix, Nordafrika, aus dem Balkan, vom Nord- und Südabhang des Kaukasus bekannt geworden und wird in vorliegender Arbeit aus Chile nachgewiesen. Im Kaukasus ist sie mit der bezeichnenden *Rhynchonella multiformis* vergesellschaftet, ausser der ANTHULA noch eine ganze Anzahl kaukasischer Arten mittheilt, die mit mediterranen ident sind, so dass er in seiner Arbeit (Über Kreidefossilien des Kaukasus. Beitr. z. Palaeont. u. Geol. Österr.-Ungarns u. d. Orients. 1900) zu dem Ergebniss gelangt, „dass die untere Kreide des Kaukasus als rein mediterrane zu bezeichnen ist".

Terebratula collinaria, welche zusammen mit *T. tamarindus* aus der Cordillere von Potrero seco vorliegt, findet sich in der mediterranen Provinz im Valanginien von St. Croix, ferner im alpinen Neocom im Justithal, und steigt bis in das untere Urgon bei Château d'Annecy; aus Nordafrika ist sie von Ben Saïda (Tunis) bekannt.

Weiteste Verbreitung im Gebiet der alpin-mediterranen Ausbildung zeigt *Exogyra Couloni* DEFR., deren Vorkommen in der ganzen Breitenausdehnung von Südamerika über die Atlantis bis Südeuropa, Südafrika und den Kaukasus constatirt werden konnte.

Crioceras Duvali LÉV., eine der bezeichnendsten Neocomformen, war es, die schon D'ORBIGNY auf den Zusammenhang der in Rede stehenden Neocomgebiete aufmerksam machte. Dies Fossil ist fast in allen Hauterivienablagerungen nachgewiesen worden; dasselbe findet sich im Neocom Columbiens (bei St. Fé de Bogatá), in Chile, ferner in Südfrankreich, Portugal, Nordafrika, Schweizer Jura, bei Schumla, in der Tatra, auf der Krim, und ANTHULA führt die sehr nahe verwandte Art *Crioceras d'Orbignyi* MATH. aus dem Neocom des Kaukasus an.

Das Vorkommen von *Trigonia longa* ist für Columbien, Chile, Frankreich und die Schweiz erwiesen, und die nahe Verwandtschaft der chilenischen *Cyphosoma mollense* mit *Cyphosoma Loryi* deutet ebenfalls auf einen Zusammenhang der Faunengebiete, zumal auch ANTHULA eine *Cyphosoma* cf. *Loryi* aus dem Kaukasus vorlag.

Digitized by Google

Eine Anzahl von identen, oder nahe verwandten Zweischalern, z. B. aus dem Schweizer Valenginien (-Aptien), die GERHARDT aus Columbien beschreibt, *Pecten compressus* (ex aff. *arzierensis*), *Mytilus salevensis* DE LORIOL, *Arca Gabrielis* D'ORB., *Corbis corrugata* FORBES, vervollständigen das Bild faunistischer Übereinstimmung zwischen den südamerikanischen und den mediterranen Formen der untersten Kreide.

Von besonderem Interesse für den Vergleich der südamerikanischen Formenkreise mit denen der mediterranen Provinz ist das Barrêmien, dessen Fauna vor Allem die Pulchellien ein so charakteristisches Gepräge verleihen; die Vertreter dieser Familie stellen die wichtigsten Repräsentanten der meridionalen Entwickelung dar, während die borealen Hopliten in diesem Horizonte eine verhältnissmässig sehr geringe Rolle spielen.

Das plötzliche Erscheinen der Pulchellien im Barrêmien der mediterranen Provinz führt DOUVILLÉ (Bull. Soc. géol. France 1900. 222 ff.) auf die Herstellung einer marinen Verbindung in Gestalt einer Meeresströmung nach Art des Golfstroms zurück, die im Süden der Meseta durch die Meerenge des Quadalquivir in das cretaceische Mittelmeer einmündete, wodurch die Weiterverbreitung der aus Südamerika einwandernden Fauna nach Osten vermittelt wurde. — So treffen wir columbische Barrêmienformen, wie *Pulchellia compressissima* D'ORB. in Spanien und Frankreich; *P. Didayi* D'ORB. findet sich in Spanien, im Centralapennin und in Frankreich, sowie am Säntis wieder, *P. Caicedi* KARST. ist in den Wernsdorfer Schichten nachgewiesen, ebenso *P. provincialis* D'ORB., deren Vorkommen ausserdem aus Frankreich, Südtirol (Gardenazza) und Spanien bekannt ist.

Neben diesen identen Arten, bei denen noch zu bemerken ist, dass sie in Südamerika eine beträchtlichere Grösse erreichen, als in Europa, bestehen zahlreiche verwandtschaftliche Beziehungen derselben zu mediterranen Arten. So steht die columbische *compressissima* der nordafrikanischen *P. Dutrugei* COQ. (nach NICKLÈS ident mit *P. Sauvagei* HERRMANN von Spanien) nahe. *P. Leonhardi* KARSTEN und *Chalmasi* NICKLÈS sind verwandt mit *P. Marzylaea* COQ. aus Nordafrika. Das östlichste Vorkommen von Pulchellien ist aus

Digitized by Google

Rumänien (Popovic und Hatzeg) bekannt, doch fehlen Funde derselben aus den Kaukasus; dagegen liegt *Hoplites teffryanus* KARSTEN aus dem Barrêmien des Kaukasus, aus den Wernsdorfer Schichten und aus Columbien vor.

Die faunistischen Beziehungen in der unteren Kreide von Südamerika zu Mexico und Nordamerika sind auffallend geringe, ja es scheint in diesen nördlichen Gebieten, in analoger Weise wie in den borealen Regionen Europas, die untere Kreide in mediterraner Ausbildung fast ganz zu fehlen.

Aus Mexico selbst sind neben Pulchellien schon Arten von typisch borealem Ursprung vertreten, unter welchen besonders die Aucellen *(Aucella Bronnii, A. Pallasi* und *A. volgensis)* als nordische Elemente erscheinen. In Californien dominiren dann die Aucellen (*Aucella* beds) und bestimmen neben zahlreichen Hopliten und *Belemnites impressus* den borealen Charakter der Fauna.

Das californische Neocom zeigt dann seinerseits nahe Verwandtschaft mit dem der interessanten Queen Charlotte-Islands, die typisch russische Fossilien, wie *B. impressus, Aucella Piochii* GABB (syn. var. *A. mosquensis* v. BUCH), *Trigonia intermedia* FAHRENKOHL, aufweist.

In Mexico und Texas setzt dann gegen Ende der unteren Kreide[1] die Periode ein, die zu der starken Entwickelung der Rudistenfacies im Aptien und besonders im Albien führt, welche in ursächlichem Zusammenhang mit den analogen Gebilden Europas steht.

Beziehungen der untercretaceischen Mediterranfauna Südamerikas zu Südafrika sind vorhanden, wenn auch nur in geringem Maasse.

Bemerkenswerth ist hierfür die Verwandtschaft der *Tr. Delafossei* BAYLE u. COQ. mit der südafrikanischen *Tr. ventricosa* KRAUSS, welche ihrerseits mit *tuberculifera* STOL. aus Indien in genetischem Zusammenhang steht. Weiter wies STEINMANN auf die Verwandtschaft zu *Tr. transitoria* STEINM. mit *Tr. Herzogi* KRAUSS hin, und BURCKHARDT[2], sowie STANTON

[1] cf. abweichende Ergebnisse, zu denen HILL in Texas kommt. HILL (3).

[2] Wie ich während der Drucklegung aus BURCKHARDT's neuer Arbeit ersehe. Beiträge z. Kenntn. d. Jura- u. Kreideformation d. Cordillere. Palaeontogr. **50**. 1903.

Digitized by Google

fanden weitere Trigonien, die sich eng an südafrikanische Arten anschliessen: *Tr.* aff. *conocardiiformis* KRAUSS und *Tr. conocardiiformis* KRAUSS, *Tr. Neuquensis* BURCK. und *Tr. Hertzogi* KRAUSS, *Tr. latero sculpta* STANTON und *Trigonia Vau* SHARPE, *Tr. subventricosa* STANTON und *Tr. ventricosa* KRAUSS. Ferner wird eine *Pulchellia* aus Kamerun erwähnt, und GERHARDT's *Hoplites Stuebeli* ist dem *Hoplites somalicus* M.-E. nahe verwandt.

Aus Madagascar ist *Belemnites binervius* und *pistilliformis* bekannt geworden.

Nach den spärlichen bisherigen Funden zu schliessen, scheint die Communication für einen Austausch der Arten in dieser Gegend weniger günstig gewesen zu sein.

Das Gleiche gilt für Indien, wo Beziehungen ausser durch die genannte verwandte Trigonie bis jetzt nur in *Holcostephanus astierianus* von Chichâli vorliegen.

Versuchen wir nach den heute bekannten Thatsachen uns ein Bild von der Ausdehnung des alpin-mediterranen Neocommeeres (einschliesslich Barrêmien) zu machen, so können wir die Spuren, die es hinterlassen hat, am südamerikanischen Continent (im Osten desselben) von der Magellanstrasse im Süden, der Cordillere entlang nordwärts durch Chile und Peru (p. p. Argentinien und Bolivien) nach Columbien und Venezuela bis Mexico verfolgen.

Das Südufer verläuft dann ca. beim 4° n. Br. schräg durch Columbien und Venezuela nördlich Trinidad und quer über den Atlantischen Ocean nach Nordafrika.

Die Ausdehnung im eigentlichen Mittelmeergebiet dürfte im Allgemeinen die des mesogäischen Meeres (nach DOUVILLÉ) gewesen sein, d. h. seine Ufer erstreckten sich nördlich des Saharaplateaus zur Provinz Constantine; dann allerdings führte es über Sicilien und Italien quer durch den Balkan zur Krim und zum Kaukasus.

Der nördlichste Theil[1] dieses Neocommeeres zeigt unregelmässigere Begrenzungen, sein Nordufer scheint am texanischen Gebiet gelegen zu haben, gegen welches auch

[1] cf. WEITHOFER, Jura und Kreide in Persien. Wien. Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. 1890. p. 772. Unter- und Mittel-Neocom Persiens in borealer Entwickelung (= norddeutsche Hilsbildung).

Digitized by Google

das boreale Neocommeer über Californien her eine Verbindung entgegensandte, auf der es jedoch zu keinem lebhaften Artenaustausch gekommen ist. Von Mexico aus müssen wir uns das nördliche Ufer gleichfalls quer über den Atlantischen Ocean gezogen denken, bei Portugal bildete es eine Bucht nach Norden, zog sich dann durch Süd- und Südost-Spanien nach Südfrankreich, drang durch den Graben zwischen dem französischen Centralplateau und dem Alpengebiet nach Norden, wendete sich dann nach Osten in die Balkangegend und zur Donaumündung und schliesslich gegen den Kaukasus zu, wo, ebenso wie am jetzigen Ärmelcanal, eine Verbindung mit dem borealen Neocommeer (Aucellen im Kaukasus) vorhanden war. Über die Verbindung mit der südafrikanischen und indischen Region lassen die bisherigen Beobachtungen bestimmte Vermuthungen noch nicht zu.

Tafel-Erklärungen.

Taf. XV.

(Die Figuren sind in natürlicher Grösse gezeichnet.)

Fig. 1. *Ostrea* cfr. *Pasiphaë* Coq. Oberes Senon? am Rio Marañon, Peru. Innenansicht.

„ 2. *Exogyra africana* Coq. nov. var. *Peruana*. Cenoman. Zwischen Bambamarca und Hualgayoc, Peru. Grosse Klappe von der Seite.

„ 2a. Dieselbe. Ansicht gegen die kleine Klappe.

„ 2b. Dieselbe. Grosse Klappe von unten.

„ 3. Dieselbe, nov. var. *Peruana*. Grosse Klappe von unten mit groben Zuwachs-Lamellen (abgerieben).

„ 3a. Dieselbe. Ansicht gegen die kleine Klappe.

„ 4. *Ex. arietina* Roemer nov. var. *diceratina* Steinmann (Ms.). Cenoman. Ostende der Ebene von Culebrabamba. Grosse Klappe von unten.

„ 4a. Dieselbe. Ansicht gegen die kleine Klappe.

„ 4b. Dieselbe. Grosse und kleine Klappe von der Seite gesehen.

„ 4c. Dieselbe.

„ 5. *Ex. Reissi* n. sp. Steinmann (Ms.). Cenoman. Santa Ursula bei Cajamarca. Grosse Klappe von unten.

„ 5a. Dieselbe. Ansicht gegen die kleine Klappe.

„ 6. Dieselbe. Jüngeres Exemplar. Cenoman. Santa Ursula bei Cajamarca. Grosse Klappe von unten.

„ 6a. Dieselbe. Ansicht gegen die kleine Klappe.

Digitized by Google

Fig. 7. *Ex. olisiponensis* SHARPE nov. var. *duplex* STEINMANN (Ms.). Cenoman am Marañon und von St. Ursula bei Cajamarca, Peru. Grosse Klappe von unten.
„ 8. Dieselbe, nov. var. *duplex* STEINMANN. Jüngeres Exemplar; Ansicht gegen die kleine Klappe.
„ 9. *Trigonia crenulata* LAMARCK nov. var. *Peruana*. Unter-Turon bei Cajamarca, Peru. Seitenansicht. (Etwas verdrücktes Exemplar.)
„ 9a. Dieselbe. Vorderansicht. (Verdrückt.)
„ 9b. Dieselbe.

Taf. XVI.

(Mit Ausnahme von Fig. 1 und 1a alle Figuren in natürlicher Grösse.)

Fig. 1. *Tissotia Ficheuri* DE GROSS. emend. PERON nov. var. *Peruana*. ½. Unter-Senon. Rio Ucayali, Peru. Seitenansicht.
„ 1a. Dieselbe. ½. Mündungsansicht.
„ 2. *Tylostoma* aff. *aequiaxis* COQ. sp. Oberes Albien. Zwischen Bambamarca und Hualgayoc, Peru. Mündungsansicht.
„ 2a. Dieselbe. Zweite Ansicht.
„ 2b. Dieselbe. Wirbelansicht.
„ 3. *Holectypus* cfr. *serialis* DESH. Unteres Senon. Weg nach Tingo (Flussgebiet des Utucubamba) Peru. Von unten gesehen.
„ 4. *Plicatula* cfr. *Fourneli* COQ. Cenoman. Pampa de la Culebra, Peru.

Taf. XVII.

(Mit Ausnahme von Fig. 11b alles in natürlicher Grösse.)

Fig. 1a. *Trigonia longa* AGASSIZ nov. var. *undulatostriata*. Neocom. Cordillere von Copiapó, Chile. Innenansicht der rechten Klappe.
„ 1b. Dieselbe. Seitenansicht.
„ 1c. Dieselbe. Vorderansicht.
„ 2. *Tr. progonos* nov. sp. Neocom. Potrero seco (Cordillere von Copiapó), Chile. Innenansicht: Schalenumriss (theilweise reconstruirt).
„ 3. Dieselbe. Ätzstück einer rechten Klappe von aussen.
„ 4. Dieselbe. Ätzstück einer rechten Klappe von aussen.
„ 5. Dieselbe. Ätzstück einer linken Klappe von aussen.
„ 6. Dieselbe. Ätzstück einer rechten Klappe von aussen.
„ 7. *Tr. nepos* nov. sp. Neocom. Alto del Molle (Cordillere von Copiapó), Chile. Seitenansicht einer linken Klappe; Bruchstück. (Analumriss ergänzt.)
„ 8. Dieselbe. Gleicher Fundort. Seitenansicht einer linken Klappe.
„ 8a. Dieselbe. Vorderansicht einer linken Klappe, zeigt Übergang von Buccalberippung in die Flankenberippung.
„ 8b. Dieselbe. Wirbelansicht zeigt concentrische Berippung der Wirbelgegend.
„ 8c. Dieselbe. Wirbel mehr geneigt.

Digitized by Google

Fig. 9. *Trigonia Delafossei* Bayle u. Coquand. Neocom. Enge oberhalb Paquios, Chile. Vorderansicht einer rechten Klappe.
„ 9 a. Dieselbe. Arealansicht.
„ 9 b. Dieselbe. Innenansicht und Wirbelgegend.
„ 10. *Pecten discors* Philippi sp. Neocom. Alto del Molle, Chile. Oberklappe.
„ 10 a. Derselbe. Unterklappe.
„ 11. *Cyphosoma mollense* nov. sp. Neocom. Alto del Molle (Cordillere von Copiapó), Chile. Ansicht von unten.
„ 11 a. Dieselbe. Seitenansicht.
„ 11 b. Dieselbe. Interambulacralfeld $\frac{2}{1}$.
„ 12. *Terebratula (Waldheimia) tamarindus* J. Sow. Neocom. Potrero seco (Cordillere von Copiapó), Chile. Innenansicht der Unterklappe.
„ 12 a. Dieselbe. Innenansicht der Deckelklappe.
„ 13. *Ter. (Waldheimia) collinaria* d'Orb. Neocom. Potrero seco (Cordillere von Copiapó), Chile. Ansicht gegen die kleine Klappe.
„ 13 a. Dieselbe. Frontalansicht.

Digitized by Google

Petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine des oberen Veltlin.

Von

Otto Hecker in Jena.

Mit Taf. XVIII—XXIII und 7 Textfiguren.

Einleitung.

Die zur Untersuchung vorliegenden Gesteine stammen aus dem nordsüdlich verlaufenden Theil des Veltlin, zwischen Bormio und Sondalo. Sie wurden von Herrn Professor Linck, der sich seit einer Reihe von Jahren mit diesem Gebiete beschäftigt[1], gesammelt. Er hatte die Güte, mich im Jahre 1899 auf eine Reise dorthin mitzunehmen, wo wir einen Theil der Gesteine, allerdings den kleinsten, zusammen sammelten. Den grössten Theil hatte Herr Professor Linck schon vor Jahren allein gesammelt.

Die Gesteine werden zum ersten Mal von Necker de Saussure[2] erwähnt, der sie als Hypersthengranit beschreibt. Die Anführung des Hypersthens beruht aber auf einer Verwechselung mit Diallag.

Später bespricht Gustav Rose den Gabbro von Le Prese in seiner Arbeit: „Über die Gebirgsarten, welche mit dem Namen Grünstein und Grünsteinporphyr bezeichnet werden[3]," und behandelt besonders die Verwachsung des Diallags mit

[1] Über Hercynit aus dem Veltlin. Sitz.-Ber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1893. **6**. 47. — Die Pegmatite des oberen Veltlin. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1899. **33**. 345.

[2] Bibl. universelle de Genève. 1823. **42**.

[3] Pogg. Annalen. **34**. 17.

Digitized by Google

Hornblende; letztere sei glänzend und braun und habe grosse Ähnlichkeit mit Hypersthen, weshalb sie Necker auch damit verwechselt habe. Ferner geht er noch ausführlicher auf die Structur des Gabbro von Le Prese ein und sagt darüber: Beide Eigenschaften, sowohl Structur, als auch Verwachsung von Diallag und Hornblende habe er gemeinsam mit dem Gabbro von der Baste bei Harzburg.

Weiterhin beschreibt Theobald[1] das Veltlin. Er sagt von dem Engpass der Serra oder dem engen Thale der Adda zwischen Leprese und Ceppina, das sich oberhalb des letzteren Ortes zum Kessel von Bormio erweitert: Die Gesteine, die auf beiden Flussufern auftreten, bestehen von Leprese bis Morignone aus Syenit und Syenit-Diorit. Von Morignone bis St. Antonio herrscht Granit vor und nach einer Unterbrechung durch Gneiss und Casanna-Schiefer sind wiederum Granit und Diorit die Hauptgesteine. Die Vorkommnisse von Gabbro hält er für verschieden streichende mächtige Gänge und Stöcke im Granit und Diorit. Die braune Hornblende, die den Diallag umrandet, erklärt er für ein Zersetzungsproduct des Diallags. Er schreibt l. c. p. 323: „Dieser Gabbro zeigt noch die merkwürdige Erscheinung, dass sein Diallag in Hornblende übergeht. Die Umwandlung erfolgt von aussen nach innen, so dass der Diallag mit einer Schale von Hornblende umgeben ist, oft auch dringt Hornblende zwischen die Blätter oder in verästelter Form ein."

G. vom Rath[2] erwähnt ebenfalls die Gesteine des Veltlin. Er beschreibt das herrschende Gestein der Thalenge zwischen Leprese und Ceppina als Diorit, der durch Aufnahme von Diallag in Gabbro übergehe. Die Verwachsung des Diallags mit der braunen Hornblende ist ihm ebenfalls aufgefallen; im Gegensatz zu Theobald hält er aber die Hornblende nicht für ein secundäres Mineral, welches aus Diallag hervorgegangen sei, weil es häufig vorkomme, dass Diallag und Hornblende nicht krystallographisch parallel verwachsen seien und die Grenze zwischen beiden scharf erscheine. Den Feldspath hat er bereits als Plagioklas erkannt, welcher, wenn un-

[1] Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, III. Lief. 1866. p. 322.

[2] Über die chemische Zusammensetzung der Kalknatron-Feldspäthe, ein Beitrag zur Lehre von der Isomorphie. Pogg. Ann. 1872. **144**. 219.

Digitized by Google

zersetzt, bläulichweiss und durchscheinend, wenn etwas zersetzt, schneeweiss ist.

Eine Analyse des Feldspaths, der ein specifisches Gewicht von 2,690 hatte, ergab ihm folgende Zahlen:

Analyse 1[1]. Kalknatron-Feldspath (Labradorit) aus dem Diorit des Veltlin (nach G. VOM RATH).

	I.	II.	Mittel	Mol.-Prop.
Kieselsäure	55,15	—	55,15	9191
Thonerde	29,15	(29,97)	29,15	2858
Kalk	9,90	(9,26)	9,90	1768
Kali	—	0,80	0,80	0843
Natron	—	5,23	5,23	0085
	—	—	100,23	—

	SiO_2		Al_2O_3		CaO		Na_2O		K_2O		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden .	55,15	9191	29,15	2858	9,90	1768	5,23	0843	0,80	0085	100,23	14745
$NaAlSi_3O_8$	33,40	5568	9,46	0928	—	—	5,23	0843*	0,80	0085*	48,89	7424
$CaAl_2Si_2O_8$	21,21	3536	18,03	1768	9,90*	1768	—	—	—	—	49,14	7072
Summe . .	54,61	9104	27,49	2696	9,90	1768	5,23	0843	0,80	0085	98,03	14496
Rest	— 0,54	—	+ 1,66	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die ** bezeichnen diejenigen Oxyde, von deren Betrag bei der Berechnung der Analysen ausgegangen wurde.

Wie man aus vorstehender Berechnung ersieht, entspricht dies einem Andesin etwa von der Zusammensetzung $Ab_1 An_1$.

Zuletzt sind die Gesteine des Veltlin von STACHE und JOHN[2] erwähnt worden. Neben Granit, Pegmatit, Amphibolit und Diorit tritt nach Angaben der genannten Forscher eine ganz merkwürdige Reihe von sauren Gesteinen auf, welche sich den Tonaliten anschliessen, und eine Gruppe von basischen

[1] Analyse 1 wurde von G. VOM RATH, die Analysen 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11 vom Verfasser, die Analysen 6, 7, 8 und 12 von Herrn Dr. W. SCHIMPFF im chemischen Laboratorium, vormals P. SOLTSIEN in Erfurt, und die Analyse 13 von meinem Freunde Herrn SPROCKHOFF ausgeführt.

[2] Verhandlung d. k. k. geol. Reichsanstalt. No. 15. 1876. p. 357.

Digitized by Google

Gesteinen, welche als Hauptglied Gabbro aufweist, der z. Th. Olivin führt. Mit den Tonalitgesteinen hängen granatführende Gesteine sehr eng zusammen[1].

Im Jahre 1893 beschrieb Herr Prof. Linck (l. c.) eine neue Lagerstätte des Hercynits, welche er im Veltlin entdeckt hatte. In einem Diallag-Hornblende-Gabbro, dessen Diallag und Hornblende in grüne Hornblende verändert ist, beobachtete er schwarze zusammenhängende Massen von kleinkörniger lockerer Structur, welche als Spinell erkannt wurden. Diese Spinell-Oktaëder werden meistens durch dünne Bänder von Erz von einander getrennt, oder sie liegen in einer Grundmasse, welche aus grossen, unregelmässig begrenzten Plagioklasen besteht.

Späterhin im Jahre 1899 beschrieb Herr Prof. Linck die Pegmatite des oberen Veltlin (l. c.). Sie bilden Gänge und Trümer, stock- und linsenförmige Massen und Schmitzen, deren Mächtigkeit local sehr wechselt, und bestehen aus Quarz, Plagioklas, Muscovit, Biotit und Granat als herrschenden, Apatit, Dumortierit, Chrysoberyll als nebensächlichen und seltenen primären, Chlorit, Zoisit, Epidot und Prehnit als secundären, durch Zersetzung entstandenen Gemengtheilen. Alle Pegmatite zeigen eine auffallend starke kataklastische Structur. Ihre Bildung hält Herr Prof. Linck für eine pneumatolytische, hauptsächlich auf wässerigem Wege erfolgte.

Petrographische Beschreibung.

Als wesentliche primäre Gemengtheile enthalten die Gabbro des Veltlin folgende Mineralien: Plagioklas, Diallag, braune Hornblende, Olivin, rhombischen Pyroxen und Biotit, und man kann nach dem Verhältniss, in welchem diese Mineralien an der Zusammensetzung der Gesteine theilnehmen, folgende Typen unterscheiden:

1. Mittelglied zwischen Diallag-Olivin-Gabbro und Hornblende-Olivin-Gabbro. Hauptgemengtheile sind: Plagioklas, Diallag, Olivin und braune Hornblende.
2. Diallag-Hornblende-Gabbro, dessen Hauptgemengtheile Plagioklas, Diallag und braune Hornblende sind.

[1] Diese Gesteine hat Herr Prof. Linck selbst in Bearbeitung.

Digitized by Google

3. Eigentlicher Hornblende-Gabbro mit den Hauptgemengtheilen Plagioklas und braune Hornblende.
4. Übergänge zum Norit, in denen neben Plagioklas ein rhombischer Pyroxen vorherrscht, während Diallag und braune Hornblende zurücktreten.
5. Übergänge zum Diorit, die neben den anderen Mineralien sehr viel Biotit, manchmal sogar schon Quarz enthalten.

Diese 5 Typen sollen im Folgenden näher beschrieben werden:

1. Mittelglieder zwischen Diallag-Olivin-Gabbro und Hornblende-Olivin-Gabbro.

Die Farbe der Gesteine ist grau; einzelne nehmen bei zunehmendem Feldspathgehalt eine hellgraue, andere bei zunehmendem Gehalt an dunkelen Gemengtheilen eine dunkelgraue Färbung an. Ihre Korngrösse ist meist eine mittlere und beträgt dann 5—10 mm. Local kommen auch grobkörnigere Arten vor, bei denen die Korngrösse bis auf 1 cm und darüber anwächst.

Mit blossem Auge oder mit der Lupe erkennt man in den Gesteinen am besten stets den Feldspath in tafelförmiger Ausbildung, und die schwarze Hornblende mit ihren glänzenden Spaltungsflächen. Etwas weniger gut ist der an seinem Blätterbruch kenntliche, dunkel graugrüne Diallag zu sehen. Nimmt die Korngrösse und der Olivingehalt in einem Gestein merklich zu, so erkennt man auch den dunkel grünlich-braun gefärbten Olivin an seinem muscheligen Bruch und an seinem Fettglanz. Ganz selten trifft man ein deutlich sichtbares Blättchen von dunkelbraunem Biotit. Fast in allen Gesteinen ist meist sehr wenig, seltener mehr bronzefarbenes Erz zu bemerken, welches wohl Magnetkies sein dürfte.

Die Structur ist die richtungslos körnige der Tiefengesteine; jedoch sieht man an vielen Handstücken bereits mit blossem Auge die erst mikroskopisch gut hervortretende intersertale Ausbildung des Diallags, indem man den von Feldspath und anderen Mineralien unterbrochenen Diallag auf grössere Entfernungen hin als einheitlich orientirt erkennt, und so ist vielfach ein Übergang in die ophitische Structur nachzuweisen.

Digitized by Google

U. d. M. tritt zu den bereits erwähnten Bestandtheilen nur noch Magnetit. Das Mengenverhältniss ist derart, dass der trikline Feldspath weitaus herrscht; in geringerer Menge betheiligen sich in wechselndem Verhältniss Diallag und Olivin, die braun durchsichtige Hornblende tritt stark zurück und der Biotit gehört mikroskopisch wie makroskopisch zu den grossen Seltenheiten.

Der Feldspath gehört ausschliesslich dem Plagioklas an und bildet grosse, nach (010) dicktafelförmig ausgebildete Individuen ohne streng idiomorphe Ausbildung. Die einzelnen Individuen sind aus theils schmäleren, theils breiteren Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz oder nach diesem und dem Periklingesetz zugleich aufgebaut. Das Mineral ist an und für sich wasserklar durchsichtig, jedoch mehr oder weniger von staubförmigen dunkeln Körnchen eines nicht bestimmbaren Minerales getrübt. Diese Interpositionen wachsen häufig zu kleinen kurzleistenförmigen und dann undurchsichtigen, oder zu kleinen blättchenförmigen und dann violettbraun durchsichtigen Individuen an. Jedoch kommen diese Interpositionen in den Gesteinen dieser Gruppen nur in ganz geringer Menge vor, während sie in anderen Gesteinen sehr überhand nehmen. Eine nähere Beschreibung will ich darum erst an späterer Stelle geben.

Auf die Sprünge und Risse des Feldspaths sind häufig Körnchen oder Körnchenaggregate weisser oder gelber Zersetzungsproducte infiltrirt, die dann den Feldspath etwas trüben.

An mehreren Spaltungsstückchen des Feldspaths aus dem Gabbro, der im Dorfe Leprese ansteht, wurde die Auslöschungsschiefe bestimmt. Sie betrug auf (010) -21^0, auf der Fläche (001) -10^0. Demnach wäre der Feldspath ein Labradorit etwa von der Zusammensetzung $Ab_3 An_4$.

Bei der Trennung eines Gabbro aus dem Orte Leprese mit Thoulet'scher Lösung wurde der Feldspath in 3 Theile getheilt. Da der leichteste nur ganz geringe Mengen lieferte, wurde der mittlere Theil zur Analyse benutzt. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,699—2,704. Hiernach würde er auf der Grenze zwischen Andesin und Labradorit stehen. Die chemische Analyse dieses Feldspaths ergab folgende Zahlen:

Digitized by Google

Analyse 2. Feldspath aus dem Olivin-Gabbro vom Dorfe Leprese.

	I.	II.	Mittel	Mol.-Prop.
SiO_2	52,04	52,34	52,19	8698
Al_2O_3	—	31,94	31,94	3127
CaO	10,99	10,65	10,82	1932
Na_2O	—	4,87	4,87	0785
K_2O	—	0,41	0,41	0043
	—	100,21	100,23	—

	SiO_2		Al_2O_3		CaO		Na_2O		K_2O		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden .	52,19	8698	31,94	3127	10,82	1932	4,87	0785	0,41	0043	100,23	14585
$NaAlSi_3O_8$	30,65	5109	8,68	0851	—	—	4,87	0785*	0,41	0043*	44,61	6788
$CaAl_2Si_2O_8$	23,81	3968	19,71	1932	10,82	1932*	—	—	—	—	54,34	7832
Summe . .	54,46	9077	28,39	2783	10,82	1932	4,87	0785	0,41	0043	98,95	14620
Rest	− 2,27	—	+ 3,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Der chemischen Analyse nach wäre also der Feldspath, wie man aus obenstehender Berechnung sieht, ein Labradorit von der Zusammensetzung Ab_6An_7. Die mangelhafte Übereinstimmung zwischen Auslöschungsschiefe und specifischem Gewicht einerseits, welche beide eine Mischung von Ab_3An_4 ergeben, und der chemischen Analyse andererseits dürfte wohl so zu erklären sein, dass der Feldspath nicht ganz unzersetzt ist, wodurch die Bestimmung der Auslöschungsschiefe und des specifischen Gewichtes beeinträchtigt wurde. Andererseits kann man auch annehmen, dass die Feldspäthe nicht vollkommen zu trennen waren, da ihr specifisches Gewicht wenig von einander verschieden ist. U. d. M. sind die Feldspäthe allerdings meist frisch, in recht wenig Gesteinen infolge Zersetzung getrübt. Bei eintretender Trübung verschwindet allmählich die Zwillingslamellirung und man erkennt u. d. M. bei schwacher Vergrösserung ein weissgraues Aggregat, welches sich bei starker Vergrösserung in feine weisse kaolinartige Schuppen auflöst.

Aus einem Diallag-Olivingabbro zwischen Leprese und Ponte del Diavolo, dessen Olivin, wie später noch beschrieben werden wird, in grüne Hornblende zersetzt ist, wurden mittelst

Digitized by Google

Thoulet'scher Lösung die Gesteinsgemengtheile ebenfalls getrennt. Der Feldspath war einheitlich und sein specifisches Gewicht betrug 2,724. Eine specifisch etwas schwerere Portion war bereits stark mit grüner Hornblende verunreinigt. Die Analyse ergab folgende Zahlen:

Analyse 3. Feldspath aus Diallag-Olivingabbro mit zersetztem Olivin zwischen Leprese und Diavolo.

		Mol.-Prop.
SiO_2	52,10	8683
Al_2O_3	30,60	3000
CaO	12,22	2182
Na_2O	4,80	0774
K_2O	0.20	0023
	99,92	—

	SiO_2		Al_2O_3		CaO		Na_2O		K_2O		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden .	52,10	8683	30,60	3000	12,22	2182	4,80	0774	0,20	0023	99,92	14670
$NaAlSi_3O_8$	28,62	4770	8,10	0795	—	—	4,80	0774*	0,20	0023*	41,82	6360
$CaAl_2Si_2O_8$	26,18	4364	22,25	2182	12,22	2182*	—	—	—	—	60,65	8728
Summe . .	54,80	9134	30,35	2977	12,22	2182	4,80	0774	0,20	0023	102,47	15088
Rest	+ 2,70	—	— 0,25	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Der chemischen Analyse nach ist also dieser Feldspath ein Labradorit, sehr angenähert von der Formel Ab_5An_7.

Der Olivin bildet ganz unregelmässige, abgerundete und zerfressene Körner. Er ist im Dünnschliff farblos und wasserklar durchsichtig, doch wird er von einer grossen Menge undurchsichtiger, unregelmässig oder reihenförmig angeordneter opaker Erzkörner durchsetzt, welche sich besonders auf den Sprüngen und am Rande des Olivin anhäufen, was auf Resorptionserscheinungen schliessen lässt. Theilweise werden die undurchsichtigen Körner zu braun durchsichtigen Nadeln und ordnen sich dann sagenitartig, wie Rutil im Glimmer, im Olivin an. Nach den grösseren Stücken zu urtheilen, bestehen die Einlagerungen aus Magneteisenerz.

Im Grossen und Ganzen ist der Olivin unzersetzt, in wenigen Fällen wurde Umwandlung in serpentinöse Massen

Digitized by Google

beobachtet. Die Zersetzung beginnt, wie gewöhnlich, auf den Sprüngen und setzt sich von dort aus nach innen fort, ohne jedoch die häufig beschriebene Maschenstructur hervorzurufen. Vielfach scheint mit der Serpentinisirung eine neue Abscheidung von Erz vor sich zu gehen, denn man sieht gerade im Serpentin besonders reichliche Anhäufung von Erz.

Der Olivin ist fast immer von Diallag und brauner Hornblende umrandet, und zwar liegt zunächst dem Olivin meistens Diallag, der seinerseits von brauner Hornblende umschlossen wird. Letztere bildet öfters auch allein die Umrandung.

Neben diesen eben erwähnten Umrandungen durch Diallag und Hornblende findet man an sehr vielen Olivinen zwei Randzonen anderer Art. Die innere Zone besteht aus einem im Dünnschliff farblosen, breitstengeligen Mineral, welches schief auslöscht, dessen Auslöschungsschiefe aber nicht genau bestimmt werden konnte. Auf diese farblose, breitstengelige Zone folgt nach aussen hin eine dunkel lauchgrüne, die durchschnittlich 2 bis 3 Mal so dick ist als die innere. Sie besteht aus kleinen, meist verworren angeordneten Fasern und Stengeln, die sich häufig senkrecht zum Rand stellen und dann den Eindruck eines Eisenbartes an einem Magneten hervorrufen. Die maximale Auslöschungsschiefe dieser Stengel konnte mit ungefähr 16° gegen die Längsrichtung bestimmt werden. Beide Zonen greifen zackenartig ineinander und gehen fast unmerklich ineinander über, während die innere helle Zone scharf gegen den Olivin abgegrenzt ist (Taf. XVIII Fig. 1).

Ich glaube diese beiden Zonen für secundäre Hornblende halten zu können, und zwar die innere helle für Tremolit, die äussere für Aktinolith, und führe die Entstehung des ersteren auf den Diallag, des letzteren auf die braune Hornblende zurück. Die Umwandlung der braunen Hornblende in Aktinolith ist an verschiedenen Präparaten deutlich zu verfolgen (Taf. XVIII Fig. 2 und Taf. XIX Fig. 3). Zuerst findet Ausbleichung, Umwandlung der braunen Farbe in grüne statt und weiterhin sieht man den Übergang der zuerst noch compacten grünen Hornblende in ein faseriges, ausgefranstes Aggregat von Aktinolith.

Derartige Neubildungszonen um den Olivin wurden von anderen Forschern schon früher beschrieben, und zwar zuerst von Törnebohm, später von Becke und von Lacroix.

Digitized by Google

Törnebohm[1] sagt von ihnen: „Die Umwandlung des Olivins, wie sie sich in dem in Rede stehenden Gestein am häufigsten darthut, geht ausschliesslich von den Rändern der Mineralkörner aus. Es bildet sich zunächst eine farblose, radialfaserige Zone, um welche überall da, wo Plagioklas angrenzt, noch eine zweite, gleichfalls mehr oder weniger regelmässige, radialfaserige Zone stets vorhanden ist. Letztere besteht aus einem Aggregat von grünen, ziemlich stark dichroitischen Körnchen, die jedenfalls als Hornblende aufzufassen sind. Es scheint, als ob diese Zonen infolge einer Wechselwirkung zwischen dem Plagioklas und dem Olivin entstanden seien, wobei die innere auf Kosten des Olivins, die äussere auf Kosten des Plagioklases gebildet wurde. Überall da, wo Olivin und Plagioklas aneinander grenzen, kommen nämlich beide Zonen regelmässig vor; zwischen Olivin und Augit werden sie aber vermisst, und wenn eine Augitpartie sich keilartig zwischen Olivin und Plagioklas hineindrängt, so trennen sich beide Zonen; die grüne setzt zwischen dem Augit und Plagioklas, die helle zwischen dem Plagioklas und Olivin fort, beide keilen sich aber bald aus."

Sehr unwahrscheinlich scheint mir nach meinen Präparaten die Vermuthung Törnebohm's, dass die grüne äussere Zone auf Kosten des Plagioklases, die innere auf Kosten des Olivins entstanden sei. Die grüne, die offenbar die eisenreichere ist, kann doch wohl schwerlich aus Plagioklas gebildet sein und umgekehrt die innere helle nicht aus Olivin, von dem sie vermuthlich sehr viel Eisen hätte aufnehmen müssen. Allerdings erwähnt Törnebohm auch die von mir in den Veltliner Gabbro fast immer beobachtete Umrandung des Olivins durch Diallag und braune Hornblende nicht. Ich jedoch habe niemals beobachten können, dass die beiden Zonen sich trennen, wenn Diallag sich zwischen Plagioklas und Olivin schiebt, vielmehr waren sehr oft um den Olivin noch Stücke unzersetzten Diallags zu beobachten, an die sich nach aussen hin die dunkellauchgrüne Zone anschloss, während zwischen Diallag und Olivin die weisse Zone gänzlich fehlte. Darum

[1] Über die wichtigeren Diabas- und Gabbrogesteine Schwedens. Dies. Jahrb. 1877. p. 383.

Digitized by Google

will es mir scheinen, als ob meine Anschauung von der Entstehung jener Zonen die zutreffendere wäre.

Becke hat in einer Arbeit über die „Gneissformation des niederösterreichischen Waldviertels“ [1] ebenfalls dieser secundären Umrandungen Erwähnung gethan und sich für die von ihm untersuchten Gesteine ebenfalls der Deutung von Törnebohm angeschlossen, indem er ebenso zu beobachten glaubte, dass diese Umwandlung nur vor sich gehe, wo der Olivin von Feldspath umgeben sei, und dass „dort, wo eine auch noch so dünne Lamelle von Diallag sich zwischen Olivin und Feldspath einschiebt, die Bildung dieser Umwandlungsproducte unterbleibt“.

Gegenüber den bis jetzt beschriebenen Gesteinen kommen auch solche vor, die Olivine mit zwei Zersetzungszonen zeigen, die sicher aus Olivin hervorgegangen sind. Meist ist frischer Olivin gar nicht mehr zu sehen und nur noch Auftreten und Umgrenzung der Zersetzungsproducte verweisen auf ihn. Die Mitte dieser Pseudomorphosen besteht aus wirr durcheinander liegenden hellen Hornblendeprismen. Um diesen lichten Kern hat sich ein dunkelgrüner Rand gebildet, der sich bei starker Vergrösserung in blaugrüne, stark pleochroitische Hornblendenadeln auflöst. Sie umkränzen den Kern meist divergentstrahlig. Die Auslöschungsschiefe der grünen Hornblendeprismen gegen die Verticalaxe konnte mit 16° bestimmt werden (Taf. XIX Fig. 4). Hier könnte man wohl mit den beiden vorher genannten Forschern annehmen, dass sich die innere helle Hornblende aus Olivin gebildet hat. Dass dem so ist, kann man mit Sicherheit daraus schliessen, dass in einigen derartigen Pseudomorphosen noch unzersetzter Olivin vorhanden ist (Taf. XX Fig. 5). Dagegen nehme ich an, dass die divergentstrahlige dunkellauchgrüne Hornblende ihren Ursprung einer Wechselwirkung von Olivin und brauner Hornblende verdankt. Vielleicht waren diese Olivine in frischem Zustande von brauner Hornblende allein umrandet, während der Diallag fehlte.

Der Diallag ist durchweg xenomorph und erfüllt die Interstitien zwischen den Feldspäthen. Seine Farbe ist im durchfallenden Licht graugrün mit einem Stich ins Röthliche; Pleochroismus ist nicht zu beobachten.

[1] Min. u. petr. Mitth. 4. 1881. 352.

Digitized by Google

An Interpositionen wurden die gleichen violettbraun durchsichtigen Blättchen und kurzen undurchsichtigen Säulchen wie im Labradorit beobachtet. Die kurzen Säulchen waren meist in Schnitten nach (010) zu sehen und liegen dort der Verticalaxe parallel.

In grösseren Individuen war die Spaltbarkeit des Diallags nach dem Prisma und die Theilbarkeit nach dem Orthopinakoid gut zu sehen. Schnitte parallel (010) zeigten eine Auslöschungsschiefe von 43° gegen die Verticalaxe.

Die in den meisten dieser Gesteine auftretende Hornblende zeigt im durchfallenden Lichte braune Farben. Sie kommt fast immer nur als eine schmale Umrandung des Diallags und ganz selten in grösseren selbständigen Stücken vor. Der Pleochroismus ist ziemlich stark, und zwar sind die // c schwingenden Strahlen dunkelbraun, die // b schwingenden kastanienbraun, die nach a schwingenden gelblich. Das Absorptionsschema ist demnach $c = b > a$.

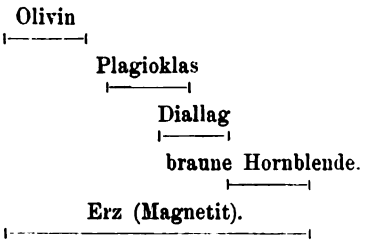
Während mit dem blossen Auge in den Gesteinen nur ein bronzegelbes Erz zu bemerken ist, sieht man u. d. M. zwei verschiedene Erze auftreten. In erster Linie ist ein im auffallenden Lichte bläulich-schwarzes Erz zu bemerken, welches in grösseren ei- und kreisrunden, bisweilen auch länger gestreckten Schnitten vorkommt und von allen Gesteinsgemengtheilen umschlossen wird. Es ist jedenfalls Magnetit, der sich während der ganzen Erstarrungsdauer des Gesteins ausgeschieden hat. Ausserdem ist noch ein im auffallenden Lichte bronzefarbenes Erz, jedenfalls Magnetkies, zu bemerken, welcher mehr in kleineren gerundeten Formen vorkommt und meist nur vom Feldspath eingeschlossen wird.

Der Biotit endlich tritt im Olivingabbro ganz selten als accessorischer Gemengtheil auf. Er bildet meistens kleine braune, stark pleochroitische, unregelmässig begrenzte Fetzen.

Suchen wir uns nun zum Schluss ein Bild von der Ausscheidungsfolge in dem Diallag-Hornblende-Olivin-Gabbro zu machen, so erkennen wir bei allen Präparaten, dass der Feldspath gegenüber allen anderen Gesteinsgemengtheilen eine idiomorphe Gestalt hat. Die farbigen Gemengtheile dagegen zeigen eine Art centrischer Structur, indem der Olivin von Diallag und dieser von brauner Hornblende umrandet wird.

Digitized by Google

Die abgerundeten und eingebuchteten Stücke des Olivins weisen auf eine nachträgliche Corrosion und auf frühe Ausscheidung hin, wie man sie ja auch bei derartigen Gesteinen zu sehen gewohnt ist und sich aus der Höhe seines Schmelzpunktes[1] ergiebt. Das am häufigsten auftretende Erz, der Magnetit, wird von allen Gesteinsgemengtheilen eingeschlossen. Man kann sonach folgende Ausscheidungsfolge aufstellen:



Die Structur ist also ein Mittelding zwischen der hypidiomorph- und diabasisch-körnigen.

Die Pauschanalyse des Gesteins von Leprese ergab nachstehendes Resultat:

Analye 4. Pauschanalyse eines Diallag-Hornblende-Olivingabbro aus dem Orte Leprese.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 100
SiO_2	47,31	7885	5464
TiO_2	0,47	59	40
Fe_2O_3	7.55	472	327
Al_2O_3	20,58	2017	1398
FeO	8,08	1122	777
CaO	9,84	1757	1218
MgO	2,07	518	359
Na_2O	3.43	553	383
K_2O	0,53	56	38
H_2O	0,56 (Glühverl.)	(311)	
Summe	100,42	14439	10004

Aus vorstehender Analyse ergiebt sich, dass das Verhältniss von $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (CaMgFe)O = 5504 : 5857$ ist. Der Aciditätscoëfficient nach Osann ist also 0,94.

[1] Vergl. Brun, Étude sur le point de fusion des Minéraux. Arch. d. sc. phys. et nat. 1902.

Digitized by Google

Diese Berechnung lehrt uns auch, dass für den Fall der Bindung sämmtlicher Alkalien in Form von Alkalifeldspath und des dann verbleibenden Restes von Al_2O_3 in Form von Kalkfeldspath der resultirende Feldspath sehr angenähert der Formel Ab_6An_7, also der von mir durch Analyse bestimmten Mischung entspricht. Ferner ergiebt sich aus dem Verhältniss der nach Abzug des Feldspaths verbleibenden Reste von Säuren zu Basen, dass das erste Ausscheidungsproduct ein Orthosilicat sein musste. Dieses Orthosilicat ist der Olivin. Es steht sonach die von mir festgestellte Ausscheidungsfolge durchaus im Einklang mit dem Resultat der Pauschanalyse. Nach der Ausscheidung des Feldspaths verblieb ein verhältnissmässig kieselsäurereicher Rest, der nun wiederum zu einer theilweisen Resorption des Olivins führen musste. Dieses Restmagma war zunächst Ca-reich, und wir dürfen uns daher nicht wundern, dass das erste Ausscheidungsproduct daraus ein Pyroxen, das folgende ein Amphibol ist.

2. Diallaghornblendegabbro.

Ihre Farbe ist weisslichgrau und geht mit stärker vortretendem Diallag ins Dunkelgraue über. Sie sind meist mittelkörnig und die Korngrösse schwankt dann zwischen 5 und 6 mm; selten sinkt sie unter 3 mm und die Gesteine werden kleinkörnig. An einigen Stellen wurden grobkörnige Ausscheidungen beobachtet, deren Mineralien eine Korngrösse von 2—3 cm erreichten. Dem blossen Auge fallen zuerst wieder die Leisten und Tafeln der bläulichweissen Feldspäthe auf. Ausserdem ist die schwarze Hornblende noch sehr gut zu erkennen, während der Diallag gewöhnlich nur undeutlich hervortritt.

U. d. M. ist auch hier Plagioklas der herrschende Bestandtheil. Nächstdem nehmen Diallag und Hornblende in etwa gleicher Menge an der Gesteinszusammensetzung teil. Magnetit und Magnetkies finden sich als Accessorien allenthalben, während Biotit und Apatit nur hie und da auftreten.

Der Feldspath weicht in seiner Ausbildung und sonstigen Beschaffenheit kaum von demjenigen des Olivingabbro ab. Er hat dieselben Einlagerungen, nur etwas reichlicher und etwas grösser. Sie treten am häufigsten auf der Fläche (001) in

Digitized by Google

Form von dunklen Säulchen auf, welche mit ihrer Längsrichtung aber nicht parallel geordnet sind. Ausserdem findet man als Einschlüsse zahlreiche grünlichweisse Körner, welche infiltrirte secundäre Hornblende sein dürften. Die Auslöschungsschiefe der Feldspäthe wurde an mehreren Spaltungsstückchen auf der Fläche (010) mit -21^0, auf der Fläche (001) mit -10^0 bestimmt. Das specifische Gewicht in THOULET'scher Lösung betrug 2,698. Der Feldspath entspricht demnach ebenfalls der Zusammensetzung Ab_6 An_7 wie der des Olivingabbro.

Der Diallag tritt in typisch intersertaler Ausbildung zwischen den Feldspäthen auf (Taf. XX Fig. 6) und es sieht öfters so aus, als ob er den Feldspath corrodirt hätte. Seine Farbe ist graugrün, mit einem Stich ins Röthliche, der Pleochroismus schwach. An Spaltungsstückchen wurde bestimmt, dass die Farbe // b röthlichbraun // a und c grünlich ist. In Dünnschliffen wurde die Farbe // b lichtpfirsichblüthroth. Die Auslöschungsschiefe auf einem Schnitt nach (010) wurde mit ca. 43^0 gegen die Verticalachse bestimmt. Das specifische Gewicht des Diallags eines zwischen Stua und Val Scala vorkommenden Gabbro beträgt mit dem Pyknometer bestimmt 3,242.

Die braune Hornblende bildet vornehmlich eine meist schmale Umrandung um Diallag und ist nur in ganz seltenen Fällen, wo sie an Menge sehr zunimmt, auch in selbständigen grösseren Individuen entwickelt. In beiden Fällen ist die Ausbildung xenomorph. Der Pleochroismus ist recht kräftig und zwar // a hellmessinggelb, // b dunkelbraun, // c hellbraun. Absorption: $b > c > a$. Die Auslöschungsschiefe auf (110) wurde an mehreren Spaltungsstückchen mit 13^0 gegen c beobachtet. An Interpositionen wurden braunschwarze, undurchsichtige, manchmal braun durchsichtig werdende Blättchen beobachtet, die meistens auf Schnitten der positiven Hemidomenzone lagen. Aus der Farbe und der Form schliesse ich, dass es dieselben Interpositionen wie im Plagioklas sind. Häufig wird auch noch Magnetit von der braunen Hornblende eingeschlossen. Um das Erz herum zieht sich dann ein lichter gefärbter Hof, der frei von Interpositionen ist. Ich folgere daraus, dass die Bildung des Erzes derjenigen der

Digitized by Google

Hornblende vorausging, und dass das Erz der Hornblende und den Interpositionen das für seine eigene Bildung nöthige Eisen entzog.

Einiges Interesse bieten die Verwachsungen des Diallags und der braunen Hornblende, Wie gesagt ist letztere nur als schmaler Streifen um den Diallag ausgebildet. Die Verwachsung der beiden Mineralien ist dann meistens gesetzmässig, indem die Verticalachsen beider parallel laufen. Es kommt jedoch scheinbar auch eine gesetzlose Verwachsung vor. Andererseits ist hin und wieder auch braune Hornblende von Diallag in kleinen, dem Diallag krystallographisch gleich orientirten Putzen umschlossen, die manchmal so klein werden, dass der Diallag zwischen gekreuzten Nicols wie durchlöchert aussieht. Die Hornblende ist nur bei stärkerer Vergrösserung deutlich zu sehen (Taf. XXI Fig. 7 u. 8).

Die Analyse der braunen Hornblende, deren specifisches Gewicht zu 3,269 bestimmt wurde, ergab folgende Werthe:

Analyse 5. Braune Hornblende aus dem Diallaghornblendegabbro zwischen Stua und Val Scala.

	%	Mol.-Prop.
SiO_2	48,04	8007
Al_2O_3	8,98	880
FeO [1]	16,44	2283
CaO	6,72	1200
MgO	18,87	4718
Summe	99,05	17088

	SiO_2		Al_2O_3		FeO		CaO		MgO		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden	48,04	8007	8,98	880	16,44	2283	6,72	1200	18,87	4718	99,05	17088
$MgO\,Al_2O_3\,SiO_2$	5,28	880	8,97	880*	—	—	—	—	3,52	880	—	2640
$FeO\,SiO_2$	13,69	2283	—	—	16,44	2283*	—	—	—	—	—	4566
$CaO\,SiO_2$	4,80	1200	—	—	—	—	6,72	1200*	—	—	—	2400
$MgO\,SiO_2$	23,02	3838	—	—	—	—	—	—	15,35	3838*	—	7676
Summe	46,79	8201	8,97	880	16,44	2283	6,72	1200	18,87	4718	—	17282
Rest	—	— 194	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Alles Fe als Fe_2O_3 bestimmt und auf FeO reducirt.

Digitized by Google

Wie die Analyse ergiebt, ist die Hornblende reich an Thonerde und somit einer basaltischen Hornblende ähnlich, weicht aber von einer solchen durch ihre Auslöschungsschiefe ab. Der geringe Mangel an Kieselsäure erklärt sich wohl daraus, dass ein kleiner Theil des Eisens in Form von Eisenoxyd vorhanden ist. Auffallend, doch aus Andesiten und Basalten schon bekannt, ist der geringe Gehalt an Kalk.

Erze wurden zweierlei beobachtet. Einerseits ein im auffallenden Lichte bläuliches, der Magnetit, andererseits ein im auffallenden Lichte bronzefarben aussehendes, der Magnetkies. Die Ausbildung ist dieselbe wie die im Olivingabbro. Merkwürdig ist, dass beide als Einschlüsse im Diallag nicht vorzukommen scheinen.

Der Apatit ist hie und da in kleinen bläulichweiss durchsichtigen Säulen ziemlich reichlich vertreten.

Der Biotit tritt in derselben Ausbildung, wie im Olivingabbro, accessorisch auf.

Zersetzungserscheinungen. Der grösste Theil der Diallag-Hornblendegesteine liegt in verändertem Zustande vor. Sowohl Diallag als auch Hornblende sind meist uralitisirt[1].

Rosenbusch sagt[2]: „Man wird schwerlich eine grössere Suite von Präparaten aus Gabbrogesteinen durchstudiren, ohne bald die überzeugendsten Beweise dafür zu haben, dass die Amphibolitisirung der Diallage, Hypersthene und Bronzite nicht ein Act der atmosphärischen Verwitterung, sondern ein Act dynamometamorpher Gesteinsumwandlung war."

Makroskopisch ist an den vorliegenden Gesteinen eine spätere mechanische Veränderung nicht zu bemerken. Die Handstücke zeigen die massige richtungslos-körnige bis diabasisch-körnige Structur der Tiefengesteine, jedoch sieht man u. d. M. häufig den Anfang einer Kataklase. Diese macht sich daran bemerkbar, dass zahlreichere parallel laufende Sprünge den Feldspath durchsetzen und zwar meist in beinahe rechtem Winkel zu den Zwillingslamellen. An den

---

[1] In einem dieser Gesteine fand Herr Professor Linck seiner Zeit den Hercynit l. c.

[2] Mikrosk. Physiogr. d. Gesteine 1896. Bd. II p. 321.

Digitized by Google

grünen Hornblenden setzen die Sprünge meist aus, oder sie nehmen eine andere Richtung an als im Feldspath; seltener ist die Richtung die gleiche. Auf den Sprüngen im Feldspath haben sich meistens kleine Partikelchen grüner Hornblende ohne jede Orientirung angesetzt. Auf grösseren und breiteren Sprüngen, die den ganzen Schliff durchziehen, sind Anreicherungen von Erzmassen vorhanden. Ist die Metamorphose weiter vorgeschritten, so zeigen die Feldspäthe undulöse Auslöschung; ausserdem sind die Zwillingslamellen gegen einander verschoben. Es liegt also neben der Uralitisirung zweifellos eine spätere mechanische Veränderung des Gesteins vor. Sonst sind die Feldspäthe vollkommen frisch. Zersetzungsproducte sind nur in einigen Schliffen zu beobachten und bestehen dann aus körnigen, graulichweissen Massen, die sich zu wolkenartigen Gebilden zusammenballen und sich unter starker Vergrösserung theils als Saussurit-artige, theils als Kaolin-artige Gebilde erweisen. Das specifische Gewicht eines Feldspaths aus einem zersetzten Diallag-Hornblendegabbro zwischen Leprese und Ponte del Diavolo, in Thoulet'scher Lösung bestimmt, betrug 2,700; letzteres hat sich also gegenüber den Feldspäthen unzersetzter Gesteine nicht verändert, wie auch die Auslöschungsschiefe dieselbe geblieben ist.

Neben diesem Feldspath tritt in den völlig zersetzten Gesteinen als einziger Hauptgemengtheil nur noch grüne Hornblende in zwei verschiedenen Arten der Ausbildung auf. U. d. M. sieht man hauptsächlich eine hellgraugrüne, dickstenglige, seltener compacte Hornblende ohne Pleochroismus, mit einer Auslöschungsschiefe der dicken Stengel von ca. 16° gegen ihre Längsrichtung. Sie wird, wie man schon bei schwacher Vergrösserung sieht, von einem schmalen lauchgrünen, theilweise ausgefransten Rand umschlossen, der sich bei stärkerer Vergrösserung in feine divergent oder verworren angeordnete Fasern und Prismen auflöst, deren Auslöschung mit ca. 15° bestimmt wurde. Nach meinen früheren Beobachtungen nehme ich an, dass diese beiden Hornblenden theils aus Diallag, theils aus brauner Hornblende entstanden sind, und zwar die lichter gefärbte aus Diallag, die dunkler gefärbte aus brauner Hornblende.

Digitized by Google

Törnebohm[1], welcher ebenfalls derartige Zersetzungserscheinungen am Diallag beobachtete, kam zu dem Schluss, dass beide Zonen aus Diallag entstanden seien. Er sagt darüber: „Bei eintretender Zersetzung wird der Diallag zuerst trübe und geht dann allmählich in ein grünes verworren strahliges Aggregat von Amphibol über, das nach dem Inneren der Diallagpartien zu immer heller, zuletzt fast farblos wird.“ Ich habe jedoch bei meinen Präparaten in einigen Schliffen noch constatiren können, dass primäre braune Hornblende die hellgraugrüne aus Diallag entstandene umrandet (Taf. XXII Fig. 9).

Als einen Beweis, dass die hellgraugrüne Hornblende thatsächlich aus Diallag entstanden ist, kann wohl die Thatsache gelten, dass man darin häufig unzersetzten Diallag noch antrifft. Auch sind die violettbraun durchsichtigen Interpositionen des Diallag in der secundären Hornblende häufig und die intersertale Structur des Diallag nicht selten erhalten geblieben (Taf. XXII Fig. 10).

Ein Gabbro zwischen Leprese und Ponte del Diavolo, welcher mikroskopisch fast nur aus Feldspath und grüner Hornblende besteht, wurde mittelst Thoulet'scher Lösung getrennt. Der grösste Theil der grünen Hornblende fiel gleichzeitig aus und ergab ein specifisches Gewicht von 3,072. Der nächst schwerere Theil, welcher ebenfalls allerdings geringe Mengen von grüner Hornblende enthielt, hatte das specifische Gewicht von 3,145. Vielleicht ist dieses verschiedene specifische Gewicht ebenfalls als ein Beweis dafür anzusehen, dass die grüne Hornblende aus zwei Mineralien hervorgegangen ist, und zwar die Hauptmasse, mit dem specifischen Gewicht von 3,072 aus Diallag, der kleinere Theil mit dem specifischen Gewicht von 3,145 aus brauner Hornblende. Das Mengenverhältniss der beiden grünen Hornblenden stimmt ja mit dem Verhältniss des Diallags und der braunen Hornblende in unzersetzten Gesteinen ungefähr überein.

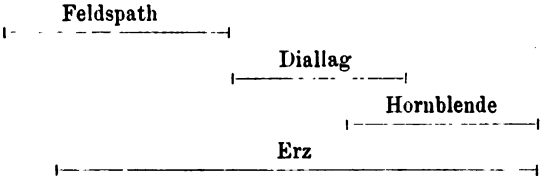
Wie in den olivinführenden Diallag-Hornblende-Gabbros ist auch bei den Diallag-Hornblende-Gabbros eine centrische

---

[1] Über die wichtigeren Diabas- und Gabbro-Gesteine Schwedens. Dies. Jahrb. 1877. p. 390.

Digitized by Google

Structur der dunklen Gemengtheile zu bemerken. Der Feldspath ist immer sehr gut idiomorph ausgebildet und ist demnach das erste Ausscheidungsproduct aus dem Magma gewesen. Die Hohlräume zwischen den Feldspäthen füllen, wie schon genauer beschrieben wurde, hauptsächlich Diallag und braune Hornblende aus. Da nun diese beiden Mineralien derartig ausgebildet sind, dass in den weitaus meisten Fällen die braune Hornblende den Diallag umwächst, so geht man wohl nicht fehl, wenn man über die Ausscheidungsfolge derselben folgende Überlegung anstellt: Nachdem sich die Feldspäthe aus dem Magma in sehr vollkommener Formbegrenzung ausgeschieden hatten, erfolgte die Krystallisation des Diallags aus dem kalkreichen Magma und nach der hierdurch erfolgten Abnahme des Kalkes die Ausscheidung des Amphibols. Das Erz schied sich gleichzeitig mit sämmtlichen Gemengtheilen aus. Das Schema für die Ausscheidungsfolge ist daher folgendes:



Die Analyse eines Diallag-Hornblende-Gabbros, der zwischen Leprese und Ponte del Diavolo gesammelt wurde, ergab folgende Zahlen:

Analyse 6. Diallag-Hornblende-Gabbro zwischen Leprese und Ponte del Diavolo.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 100
SiO_2	49,18	8197	5319
TiO_2	0,35	39	25
Fe_2O_3	4,30	269	174
Al_2O_3	17,94	1759	1142
FeO	9,04	1256	815
CaO	9,50	1696	1101
MnO	0,19	27	17
MgO	6,68	1670	1084
Na_2O	2,84	458	297
K_2O	0,45	48	31
Summe	100,47	15419	10005

Digitized by Google

Aus dieser Analyse ergiebt sich, dass $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O = 5344 : 5779$ und der Aciditätscoëfficient nach Osann 0,92 ist. Er ist also derselbe wie in dem olivinführenden Diallag-Hornblendegabbro. Aus der Berechnung ergiebt sich, dass im Falle einer Bindung der sämmtlichen Thonerde in Form von Feldspath dieser etwa die Zusammensetzung Ab_4An_5 haben müsste, während die mikroskopische Untersuchung das Verhältniss Ab_6An_7 ergeben hatte.

Zieht man einen Plagioklas von der Zusammensetzung Ab_4An_5 von der Pauschanalyse ab, so sieht man, dass sich in diesem Falle gar kein Orthosilicat ausscheiden konnte, also der Olivin auf jeden Fall fehlen musste.

Die Analyse eines ebenfalls zwischen Leprese und Ponte del Diavolo gesammelten stark uralitisirten Diallag-Hornblendegabbros[1] ergab folgendes Resultat:

Analyse 7. Pauschanalyse eines Diallag-Hornblendegabbros mit zersetztem Diallag und zersetzter brauner Hornblende zwischen Leprese und Ponte del Diavolo.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 100
SiO_2	49,20	8200	5363
TiO_2	0,18	22	14
Fe_2O_3	1,88	118	78
Al_2O_3	23,91	2344	1533
FeO	3,65	507	331
CaO	10,71	1912	1250
MgO	6,19	1547	1012
MnO	0,08	3	1
Na_2O	3,73	602	393
K_2O	0,34	36	23
Summe	99,87	15291	9998

Daraus ergiebt sich das Verhältniss $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O = 5377 : 6207$ und der Aciditätscoëfficient nach Osann 0,86.

Es zeigt sich demnach, dass der Aciditätscoëfficient dieses Gesteins beträchtlich unter den der vorhergehenden Gesteine gesunken ist. Auch ist dieses Gestein ausgezeichnet durch einen höheren Gehalt von Magnesia und Thonerde. Wollte

[1] Hercynitgestein Linck's.

Digitized by Google

man hier die ganze Menge der Thonerde auf das Feldspathmolecül umrechnen, so würde sich daraus ein Feldspath von der Mischung $Ab_3 An_4$ ergeben. Nun haben aber die vorausgehenden mikroskopischen Untersuchungen gezeigt, dass der in den Gesteinen enthaltene Feldspath etwa der Zusammensetzung $Ab_6 An_7$ entspricht und es steht somit ein Thonerderest für andere Verbindungen zur Verfügung. In der That finden wir ihn ja auch in Form von Korund und Hercynit (Linck l. c.) in diesen Gesteinen vor. Auch reicht der nach Abzug des Feldspaths verbleibende Rest von Kieselsäure lange nicht aus, um die noch übrig bleibenden Basen in Form von Metasilicaten zu binden. Dies weist auf zweierlei hin: nämlich erstens wiederum auf die Ausscheidung von Korund und Hercynit, und zweitens auf die Ausscheidung von Olivin, den wir zwar in den Gesteinen nicht mehr vorgefunden, dessen theilweise Resorption wir jedoch schon früher in olivinhaltigen Gesteinen erkannt haben. So dürfen wir also auch hier seine einstige Anwesenheit und spätere vollständige Resorption unter Abscheidung von Erz als ziemlich sicher annehmen.

3. Hornblendegabbro.

Durch Zurücktreten oder gänzliches Fehlen des Diallags und durch Überhandnehmen der primären braunen Hornblende entstehen die eigentlichen Hornblendegabbros. Sie enthalten als Hauptgemengtheile Plagioklas und braune Hornblende. ihre Farbe ist grau und kann mit dem stärkeren Hervortreten der braunen Hornblende fast braun werden. Ihr Korn ist meist ein feines mit einer Korngrösse, welche 3 mm fast niemals übersteigt. Da die braune Hornblende meist in grüne umgewandelt ist, so nehmen die Handstücke oft ein graugrünliches Aussehen an.

U. d. M. ist der herrschende Gemengtheil des Gesteins der Plagioklas, dann folgt die Hornblende. Apatit ist in sehr vielen Gesteinen, Magnetit und Magnetkies in allen vertreten; Biotit tritt nur hier und da accessorisch auf.

Der Feldspath weicht nur insofern etwas von dem früher beschriebenen ab, als er meist arm an den sonst so häufigen Interpositionen des Labradorits ist. Seine Auslöschungsschiefe, auf Spaltungsstückchen gemessen, betrug auf

Digitized by Google

(001) — 8°, auf (010) — 21°, was sehr gut mit dem specifischen Gewicht übereinstimmt, welches in THOULET'scher Lösung bestimmt 2,697 betrug. Der Feldspath ist also ebenso wie derjenige der Olivingabbros und der Diallag-Hornblendegabbros ein Labradorit von der annähernden Formel $Ab_3 An_4$.

Die braune Hornblende ist in grossen Körnern ausgebildet, die interstitial zwischen den Feldspäthen liegen. Ihr Pleochroismus ist stark, und zwar ist die Farbe // a = hellmessinggelb, // b = dunkelkastanienbraun, // c = dunkelrostbraun. Abs. b > c > a. Die Auslöschungsschiefe auf (010) beträgt im Maximum 13° gegen die Verticalaxe.

An Interpositionen sind die violettbraun durchsichtigen Blättchen der Labradorite und häufig Erzkörner zu beobachten, die sich derartig anhäufen können, dass sie die Hornblende fast undurchsichtig machen. Meist ist der grösste Theil der braunen Hornblende in eine grüne, aktinolithartige, uralitische umgewandelt. Dieser Uralit besteht aus Fasern und Stengeln, die unregelmässige Aggregate bilden und deren Ränder ausgefranst sind. Bei stärkerer Vergrösserung sieht man, dass die Ausfransung hervorgerufen wird durch einzelne grüne Hornblendenadeln, die in den Feldspath hineinragen. Der Pleochroismus dieser secundären Hornblende ist meist unbedeutend, an einigen Schliffen jedoch zu bemerken. Die Farbe ist dann // a = hellgrün, // b = gelbbräunlich, // c = bläulichgrün. Abs. b > c > a. Die Auslöschungsschiefe wurde auf einem Spaltungsstückchen nach dem Prisma mit 16° gegen c bestimmt.

Die Einschlüsse der braunen Hornblende, die violettbraun durchsichtigen Blättchen und die undurchsichtigen Eisenerze sind meistens in der grünen Hornblende erhalten geblieben. Theilweise scheinen jedoch bei der Zersetzung der braunen Hornblende die Einschlüsse der letzteren abzunehmen und aufgezehrt zu werden. Taf. XXIII Fig. 11 giebt von den Vorgängen bei der Umwandlung der braunen Hornblende in grüne eine gute Vorstellung. Die dunklen Partien stellen noch frische und compacte braune Hornblende dar, die allmählich in den licht gefärbten faserigen Uralit übergeht, der aber immer noch einzelne Putzen brauner Hornblende, sowie die kleinen Erzpartikelchen der braunen Hornblende enthält. Am

Digitized by Google

Rande der licht gefärbten Hornblende ist deutlich die Faserung sichtbar.

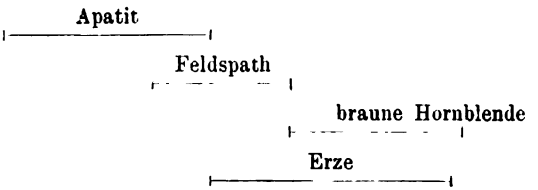
Das specifische Gewicht der grünen Hornblende aus einem Hornblendegabbro zwischen Leprese und Ponte del Diavolo wurde in THOULET'scher Lösung zu 3,113 bestimmt. Es ist also um 0,156 geringer als das der braunen Hornblende.

Der Apatit, der in den Hornblendegabbros ganz besonders häufig auftritt, ist in kurzen, dicken, farblosen Säulen ausgebildet. Durch Quergliederung sind sie in einzelne Säulenstücke zerfallen, welche häufig gegen einander verschoben sind. Er ist fast ausschliesslich im Feldspath eingeschlossen.

Magnetit und Magnetkies kommen in den Hornblendegabbros in derselben Ausbildung wie in den Diallag-Hornblendegabbros vor, jedoch treten sie an Menge etwas zurück.

Brauner Biotit endlich tritt accessorisch in ganz kleinen, unregelmässig begrenzten Fetzen auf.

Die Ausscheidungsfolge in den Hornblende-Gabbros ist derartig, dass sich zuerst der Apatit und danach der Feldspath ausschied. Die Ausscheidung des Apatits hörte jedoch vor der Bildung des Feldspaths auf, da derselbe immer von letzterem eingeschlossen wird. Hierauf bildete sich die braune Hornblende und mit dieser zusammen, vielleicht auch erst ganz zuletzt, der Biotit, der ja nur in ganz geringen Mengen vorkommt. Magnetit und Magnetkies haben sich daneben während der Bildung der übrigen Mineralien abgeschieden. Wir können demnach, abgesehen vom Biotit, der in zu geringen Mengen vorkommt, etwa folgendes Schema aufstellen:



Die Pauschanalyse eines Hornblendegabbros mit uralitisirter brauner Hornblende ergab folgende Zahlen:

Digitized by Google

Analyse 8. Pauschanalyse eines Hornblende-Gabbro, dessen braune Hornblende in grüne Hornblende zersetzt ist.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 100
SiO_2	50,04	8340	5451
TiO_2	0,30	37	24
Fe_2O_3	5,26	328	214
Al_2O_3	18,22	1786	1167
FeO	6,15	854	558
CaO	8,80	1571	1027
MnO	0,23	33	21
Mg	7,34	1835	1199
Na_2O	2,95	476	311
K_2O	0,41	45	29
Summe	99,70	1530	10001

Das Verhältniss von $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$ ist $= 5475 : 5731$. Der Aciditätscoëfficient nach Osann beträgt 0,96. Es ergiebt sich daraus, dass das Gestein reicher an Kieselsäure ist, als die vorher beschriebenen, und man kann sich also nicht wundern, dass hier keine Abscheidung von Olivin stattgefunden hat. Dasselbe Verhältniss von Säuren zu Basen bleibt auch bestehen, wenn man von der Pauschanalyse den Feldspath als Labradorit von der Mischung von Ab_3An_4 abgezogen hat, und wir sehen daraus, dass das mikroskopische Bild mit der chemischen Untersuchung wohl übereinstimmt.

4. Übergangsgesteine zum Norit.

An die Gesteine mit den Hauptgemengtheilen Plagioklas und monoklinem Pyroxen reiht sich eine grosse Anzahl anderer Gesteine an, in denen der Diallag als Hauptgemengtheil durch rhombischen Pyroxen ersetzt wird. Als meist nur noch accessorische Gemengtheile trifft man Diallag und braune Hornblende neben Magnetit und Magnetkies, hie und da auch Biotit und Apatit.

Die Farbe der Gesteine ist bei dieser Gruppe recht verschieden. Hauptsächlich herrscht eine graue Farbe mit hellgrauen und dunkelgrauen Tönen, daneben kommt aber auch eine gelblichbraune Färbung vor, die durch Zunahme des rhombischen Pyroxens bedingt ist. Die Korngrösse schwankt wenig um 3 mm.

Mit blossem Auge sieht man an den Gesteinen meistens zuerst die kleinen Leisten und Tafeln des Feldspaths, dann

Digitized by Google

die schwarzen Spaltungsflächen der Hornblende, und endlich den gelbbraunen rhombischen Pyroxen.

U. d. M. bildet der Plagioklas ebenfalls den Hauptgemengtheil. Er ist den Feldspäthen der Olivingabbro und Diallag-Hornblende-Gabbro in Ausbildung und Farbe ganz gleich. Die violett-braun durchsichtigen Interpositionen treten gegenüber den Hornblende-Gabbros wieder in grösseren Mengen auf. Um die Feldspäthe zu isoliren, wurden in diesem Falle zwei verschiedene Gesteine benutzt. Das erste Gestein, ein Gabbro von der Mündung des Val Scala, zeigt u. d. M. Plagioklas und viel braune Hornblende, dagegen wenig rhombischen Pyroxen, ganz wenig Diallag und Biotit. während umgekehrt das zweite Gestein, ein Gabbro von der rechten Thalmündung des Val di Rezzo, neben Plagioklas sehr viel rhombischen Pyroxen, jedoch Diallag und braune Hornblende in ganz geringen Mengen enthält. Dem mikroskopischen Befunde nach ist zuerst immer Plagioklas und rhombischer Pyroxen ausgeschieden, zuletzt immer Diallag und braune Hornblende.

Der Gabbro mit viel brauner Hornblende und wenig rhombischem Pyroxen und Diallag enthielt einen Feldspath, dessen Auslöschungsschiefe auf (001) -6^0, auf (010) -15^0 betrug. Nach der Schuster'schen Tabelle ist es demnach ein Labradorit von der ungefähren Mischung $Ab_1 An_1$, womit auch das specifische Gewicht, welches in Thoulet'scher Lösung zu 2,696 bestimmt wurde, übereinstimmt. Die chemische Analyse ergiebt dagegen, wie die untenstehende Berechnung zeigt (s. Analyse 9), einen Andesin von der ungefähren Mischung $An_7 Ab_6$. Die Differenz zwischen chemischer Analyse und specifischem Gewicht nebst Auslöschungsschiefe lässt sich wohl daraus erklären, dass der Feldspath nicht ganz unzersetzt war.

Analyse 9. Feldspath aus dem Übergangsgestein zum Norit von der Mündung des Val Scala.

D = 2,696.

	%	Mol.-Prop.
SiO_2	56,00	9333
Al_2O_3	27,81	2726
CaO	9,29	1659
Na_2O	5,97	0962
K_2O	0,57	0061
	99,64	

Digitized by Google

	SiO_2		Al_2O_3		CaO		Na_2O		K_2O		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden . .	56,00	9333	27,81	2726	9,29	1659	5,97	0963	0,57	0061	99,64	14741
$NaAlSi_3O_8$.	36,86	6144	10,44	1042	—	—	5,97	0963*	0,57	0061*	53,84	8210
$CaAl_2Si_2O_8$.	19,88	3318	16,90	1659	9,29	1659	—	—	—	—	46,07	6636
Summe . . .	56,74	9458	27,34	2699	9,29	1659	5,97	0963	0,57	0061	99,91	14641
Rest	+ 0,74	—	− 0,47	—	—	—	—	—	—	—	+ 0,27	100

Aus dem Gabbro mit viel rhombischem Pyroxen und wenig brauner Hornblende wurden mit THOULET'scher Lösung ebenfalls zwei Feldspäthe getrennt. Der schwerste hat ein specifisches Gewicht von 2,706, würde also einem Labradorit entsprechen.

Der leichtere Feldspath ist im specifischen Gewicht nur ganz wenig von dem ersten unterschieden. Es ist nämlich 2,697. Die Auslöschungsschiefe beträgt auf (001) — 10^0 auf (010) — 20^0. Es wäre demnach ein Labradorit von der ungefähren Mischung Ab_3An_4. Die untenstehende Analyse 10 ergiebt dagegen einen Labradorit von der ungefähren Zusammensetzung Ab_5An_8, genauer $Ab_{18}An_{29}$. Die beiden Feldspäthe aus dem Gabbro mit viel rhombischem Pyroxen sind nahezu gleich; beide sind Labradorite. Der Feldspath dagegen aus dem Gabbro mit wenig rhombischem Pyroxen ist ein dem Labradorit nahestehender Andesin.

Analyse 10. Feldspath aus dem Übergangsgestein zum Norit von der rechten Thalmündung des Val di Rezzo.

D = 2,697.

	%	Mol.-Prop.
SiO_2	53,83	8972
Al_2O_3	29,53	2895
CaO	12,96	2314
Na_2O	3,81	614
K_2O	0,49	52
	100,62	

Digitized by Google

	SiO_2		Al_2O_3		CaO		Na_2O		K_2O		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.
Gefunden .	53,83	8972	29,53	2895	12,96	2314	3,81	614	0,49	52	100,62	14847
$NaAlSi_3O_8$	23,97	3996	6,97	666	—	—	3,81	614*	0,49	52*	35,24	5328
$CaAl_2Si_2O_8$	27,76	4628	23,60	2314	12,96	2314	—	—	—	—	64,32	9256
Summe . .	51,73	8624	30,57	2980	12,96	2314	3,81	614	0,49	52	99,56	14584
Rest . . .	− 2,10	− 348	+ 1,04	+ 85	—	—	—	—	—	—	− 1,06	− 263

Der rhombische Pyroxen hat in diesen Gesteinen idiomorphe Ausbildung. Seine Krystallisation scheint demnach ziemlich gleichzeitig mit den Plagioklasen oder eher vorher vor sich gegangen zu sein. Er bildet meist gerundete wie corrodirt aussehende, kurzsäulenförmige Individuen. Die Farbe ist im durchfallenden Lichte lichtgrau mit einem Stich ins Grünliche. Der Pleochroismus ist im Dünnschliff meist nur sehr schwach, manchmal jedoch auch deutlich, und zwar ist die Farbe // a = röthlich, // b = etwas heller röthlich, // c = ganz hellgrünlich. Abs. = a > b > c.

Er ist öfter von Klüften und Quersprüngen durchzogen, und auf diesen Rissen haben sich dann gelbliche Zersetzungsproducte serpentinöser Art angesiedelt. An den Rändern des rhombischen Pyroxens ist häufig eine andere Art von Zersetzung vor sich gegangen. Es hat sich nämlich parallel- oder verworren-faserige grüne, aktinolithartige Hornblende gebildet, welche mit dem rhombischen Pyroxen meist gleiche krystallographische Orientirung besitzt, indem die c-Achsen beider parallel sind. Die Auslöschungsschiefe dieser Fasern konnte wegen ihrer kleinen Dimensionen nicht bestimmt werden.

An Interpositionen sind wiederum die violettbraun durchsichtigen wie im Labradorit zu bemerken; aber auch rothbraun durchsichtige, sechsseitige Blättchen und abgerundete undurchsichtige Körner, die Hämatit oder Magnetit sein dürften, kommen vor.

Zur Trennung des rhombischen Pyroxens für eine Analyse wurde der Norit von der rechten Thalmündung des Val di Rezzo benutzt, aus welchem auch die beiden Feldspäthe isolirt waren. Das ganze Gestein wurde zuerst durch Thoulet'sche

Digitized by Google

Lösung getrennt. In der zuerst ausfallenden Portion waren neben Erzen hauptsächlich Diallag und Hornblende u. d. M. zu beobachten, während in der zweiten Portion die beiden letztgenannten Mineralien zurücktraten, dafür aber der rhombische Pyroxen hervortrat, was an sehr vielen Spaltungsstückchen mit gerader Auslöschung festzustellen war. Diese Portion wurde weiter getrennt mit Methyljodid vom specifischen Gewicht von 3,319, und es bestand derjenige Theil, welcher leichter war als 3,319, aus fast reinem rhombischen Pyroxen und wenig brauner Hornblende. Da ein Elektromagnet zur Zeit nicht vorhanden war, um die beiden Mineralien noch weiter zu trennen, wurde die braune Hornblende gezählt und ungefähr 3 % Verunreinigung des rhombischen Pyroxens durch braune Hornblende festgestellt. Das specifische Gewicht des rhombischen Pyroxens wurde in Methyljodid mit 3.230 bestimmt. Die chemische Analyse ergab, wie beistehende Zahlen zeigen, einen sehr hohen Kalkgehalt. Dem Gehalt an FeO nach ist er ein Bronzit.

Analyse 11. Rhombischer Pyroxen aus dem Übergangsgestein zum Norit von der rechten Thalmündung des Val di Rezzo verunreinigt durch ca. 3 % Hornblende.

	%	Mol.-Prop.
SiO_2	50,76	0,846
Fe_2O_3	0,49	0,003
Al_2O_3	5,86	0,058
FeO	11,39	0,158
CaO	15,19	0.271
MgO	15,19	0,397
	98,88	

	SiO_2		Al_2O_3		Fe_2O_3		FeO		CaO		MgO		Summe	
	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.	%	Mol.-Prop.		
funden	50,76	846	5,86	057	0,49	003	11,39	158	15,19	271	15,19	397	98,88	1732
$0.Al_2O_3.SiO_2$	3,42	057	5,86	057*	—	—	—	—	—	—	2,28	057	11,56	171
$0.Fe_2O_3.SiO_2$	0,18	003	—	—	0,49	003*	—	—	—	—	0,12	003	0,79	9
$0.SiO_2$ . . .	9,48	158	—	—	—	—	11,39	158*	—	—	—	—	20,87	316
$0.SiO_2$ . . .	16,26	271	—	—	—	—	—	—	15,19	271*	—	—	31,45	542
$0.SiO_2$ . . .	19,14	319	—	—	—	—	—	—	—	—	12,79	319*	31,93	638
nme	48,48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,19	—	96,60	1676
st	2,28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,28	—

Digitized by Google

Die braune Hornblende liegt interstitial zwischen den Plagioklasen und den rhombischen Pyroxenen. Ihr Pleochroismus ist stark und zwar sind die // c schwingenden Strahlen dunkelrostbraun, // b dunkelkastanienbraun, // a hellmessinggelb. Absorption: $b \geqq c > a$. Die Auslöschungsschiefe auf Schnitten nach (010) beträgt 13° gegen die Verticalaxe. Die chokoladebraun durchsichtigen Interpositionen des Labradorits sind auch in der Hornblende zu beobachten, und zwar auf Schnitten der Prismenzone, deren Spaltungstracen sie in verschiedenen Winkeln durchschneiden. In Schnitten nach dem Orthopinakoid durchkreuzen sich zwei Systeme von Interpositionen. Daraus ist wohl mit ziemlicher Sicherheit zu schliessen, dass sie entweder parallel einem Klinodoma oder parallel den Pyramidenflächen eingelagert sind.

Einiges Interesse bietet die Verwachsung des rhombischen Pyroxens und der braunen Hornblende. Letztere ist in den meisten Fällen unter gleicher Orientirung der Verticalaxen beider Mineralien um den rhombischen Pyroxen herumgewachsen und hat dabei den rhombischen Pyroxen meist stark corrodirt, ja sich sogar derartig in den rhombischen Pyroxen eingefressen, dass letzterer nur noch in Form von einzelnen Körnern ohne jede krystallographische Umgrenzung in der braunen Hornblende liegt.

Es ist also hier ein analoger Vorgang wie bei den olivinführenden Diallag-Hornblende-Gabbros zu beobachten, indem nach der Ausscheidung des Enstatits und des Feldspaths das erste Ausscheidungsproduct z. Th. wieder gelöst und zur Hornblendebildung verwendet wurde.

Der Diallag ist in ganz wenigen, sehr unvollkommen idiomorph ausgebildeten Individuen mit deutlicher Spaltbarkeit und Absonderung vorhanden. Die Farbe, der Pleochroismus und die Auslöschungsschiefe sind gleich derjenigen der Diallage in dem eigentlichen Gabbro.

Der Biotit kommt meist nur in kleinen unregelmässig begrenzten Putzen vor, kann jedoch auch zu grösseren Krystallen heranwachsen, und umschliesst dann, ganz ähnlich der braunen Hornblende, den rhombischen Pyroxen, den er ebenfalls stark corrodirt zu haben scheint (s. Taf. XXIII Fig. 12).

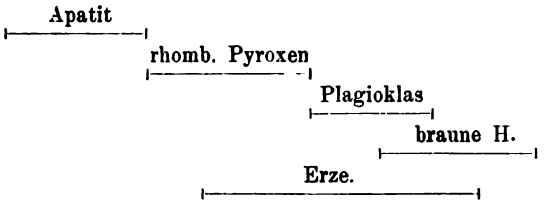
Von Erzen sind ebenfalls wieder Magnetit und Magnetkies vertreten. Magnetit, der den Magnetkies an Menge weit über-

Digitized by Google

trifft, bildet unregelmässig begrenzte ziemlich grosse Körner und wird vom Feldspath, dem rhombischen Pyroxen und der braunen Hornblende umwachsen. Magnetkies kommt nur in kleineren Körnchen vor und liegt nur im Feldspath eingeschlossen.

Der Apatit endlich tritt hier und da in der beim Hornblende-Gabbro näher beschriebenen Form auf.

Während in Gesteinen mit Plagioklas und monoklinem Pyroxen, letzterer nach dem mikroskopischen Befunde entschieden nach dem Plagioklas auskrystallisirte, schied sich in diesen Gesteinen der rhombische Pyroxen vor dem Plagioklas ab. Er vertritt also die Stelle des Olivins. Eine roh centrische Structur ist in diesen Gesteinen ebenfalls zu bemerken, indem sich um den rhombischen Pyroxen als Kern immer braune Hornblende legt. Nach dem Pyroxen schied sich der Plagioklas und nach diesem die braune Hornblende ab. Der Apatit ist wiederum das erste Ausscheidungsproduct, und die Erze schieden sich während der Bildung der übrigen Mineralien aus. Ohne Rücksicht auf den Diallag und den Biotit, die in zu geringen Mengen in diesen Gesteinen vorkommen, können wir etwa folgendes Schema für die Ausscheidungsfolge aufstellen:



Die Pauschanalyse eines Gesteins von der Mündung des Val Scala ergab folgende Zahlen:

Analyse 12. Pauschanalyse eines Übergangsgesteins zum Norit von der Mündung des Val Scala.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 100
SiO_2	47,49	7915	5077
TiO_2	0,54	84	53
Fe_2O_3	3,21	200	128
Al_2O_3	15,73	1542	989
FeO	11,80	1639	1051
CaO	9,24	1650	1058
MnO	0,38	53	34
MgO	7,56	1890	1212
Na_2O	3,42	551	353
K_2O	0,67	71	45
Summe	100,04 %	15595	10000

Digitized by Google

Das Verhältniss von $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$ ist $= 5130 : 6334$. Der Aciditätscoëfficient nach Osann beträgt 0,80.

Die vorstehende Analyse ist gegenüber den vorhergehenden charakterisirt durch einen beträchtlich höheren Gehalt an Magnesium und Eisenoxydul, und darin finden wir den Schlüssel für die in den Gesteinen vorhandene Mineralcombination, ihre Ausscheidungsfolge und Structur. Der rhombische Pyroxen stellte offenbar den im Magma am schwersten löslichen Theil dar und schied sich daher zuerst ab. Nach seiner Ausscheidung vollzog sich diejenige des Feldspaths und damit war auch der Alkaligehalt aus dem Magma entschwunden. Hierdurch war eine erneute Lösung des zuerst ausgeschiedenen Minerals in dem kalkreichen Restmagma möglich und die Möglichkeit zur späteren Krystallisation von Hornblende und Diallag geschaffen.

5. Übergangsgesteine zum Diorit.

Den Übergang zu Diorit bildet eine Gruppe von Gesteinen, welche neben Plagioklas besonders viel Biotit enthalten; Diallag und Hornblende treten mehr und mehr zurück und rhombischer Pyroxen fehlt ganz, dagegen tritt bereits in einem Vorkommniss Quarz auf. Apatit wird häufiger und ist in fast allen Schliffen zu finden, Titanit ist öfters, Granat selten vertreten.

Die Gesteine sind meistens hellgrau, von mittlerer Korngrösse, und man erkennt an ihnen mit blossem Auge nur Feldspath und Biotit. Bald hat sich der Biotit in einem feinkörnigen Gemenge von Feldspath und Diallag in grösseren Blättern ausgeschieden, bald ist er neben Plagioklas als einziger Gesteinsgemengtheil vorhanden.

In einigen Gesteinen sind bis zu 2 cm grosse Granatconcretionen zu bemerken, um welche sich eine an farbigen Gemengtheilen arme Zone von Feldspath legt. Es liegt also eine Art centrischer Structur vor, bei der Granat den Kern bildet.

U. d. M. sieht man, dass der Feldspath seine idiomorphe Gestalt allmählich verliert und mehr in kleinen allotriomorphen Individuen auftritt. Das Mineral ist wasserklar durchsichtig, aber öfter von fremden Zersetzungsproducten

Digitized by Google

getrübt, die sich als gelblichweisse Schuppen und Körner auf den Sprüngen und Rissen des Minerals angesetzt haben. Die gewöhnlichen Labradoritinterpositionen sind nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. In einigen Gesteinen ist der Feldspath in kaolinartige Producte zersetzt, wodurch die Zwillingslamellen verwischt sind. Sein specifisches Gewicht beträgt in THOULET'scher Lösung bestimmt 2,6826. Er ist demnach sehr viel natriumreicher, als die bis jetzt untersuchten Feldspäthe und entspricht einer ungefähren Mischung von $Ab_4 An_3$, womit auch die Auslöschungsschiefe, die auf (001) mit -2^0 bestimmt wurde, übereinstimmt.

Der Biotit bildet theils unregelmässige, theils idiomorphe grössere und kleinere Blätter mit starkem Pleochroismus. Die Farbe des parallel der Spaltbarkeit schwingenden Strahles ist dunkelkastanienbraun, die der senkrecht dazu schwingenden Strahlen hellmessinggelb und das Absorptionsschema $b = c > a$. Er verhält sich optisch einaxig. Die Labradoritinterpositionen sind auch im Biotit vorhanden und liegen mit ihrer Tafelfläche im Wesentlichen der Basis des Glimmers parallel. Die Zersetzung des Biotits macht sich darin bemerkbar, dass er öfters vollkommen ausgebleicht ist.

Der Diallag ist in kleinen ganz unregelmässig begrenzten Körnern ausgebildet. Das sonst so häufige intersertale Auftreten ist hier nicht zu beobachten. Seiner Farbe und seiner Auslöschungsschiefe nach stimmt er mit dem früher beschriebenen Diallag überein.

Braune Hornblende ist nur ganz wenig in kleinen ganz unregelmässig begrenzten Putzen vorhanden.

Apatit tritt dagegen, wie schon vorher erwähnt wurde, wieder häufiger auf.

Der Granat zeigt u. d. M. achtseitige Schnitte, die auf eine Ausbildung des Granats als Ikositetraëder schliessen lassen. Die Farbe im durchfallenden Licht ist hellpfirsichblüthroth. Er ist von breiten unregelmässigen Sprüngen durchzogen, die gelbbraun gefärbt sind. Zwischen gekreuzten Nicols ist er vollkommen isotrop. Der dem Granat benachbarte Feldspath zeigt keine Veränderungen, besonders sind die gewöhnlichen Labradoritinterpositionen, die allerdings, wie vorher schon bemerkt wurde, in diesen Gesteinen überhaupt spärlich sind, noch erhalten.

Digitized by Google

Eine Pauschanalyse eines granatfreien Übergangsgesteins zum Diorit aus dem Val Scala ergab folgende Zahlen:

Analyse 13. Übergangsgestein zum Diorit. Val Scala.

	%	Mol.-Prop.	reducirt auf 10000
SiO_2	51,30	8550	5645
TiO_2	0,35	43	28
Fe_2O_3	3,17	198	131
Al_2O_3	19,05	1867	1237
FeO	6,49	901	597
CaO	8,04	1436	951
MgO	5,47	1326	878
Na_2O	4,01	647	428
K_2O	1,22	129	85
H_2O	0,18	—	—
Glühverlust . . .	1,13	—	—
Summe	100,41	15097	9980

Das Verhältniss von $SiO_2 : 6(Na_2Al_2O_4) + 6(K_2Al_2O_4) + 2(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$ beträgt $= 5673 : 6228$. Der Aciditätscoëfficient nach Osann beträgt also 0,91.

Resultate.

Die Resultate der vorliegenden Arbeit sind demnach folgende:

In dem Gebiet von Leprese im oberen Veltlin treten Gesteine auf, welche der Gabbrofamilie im weitesten Sinne angehören. Sie schwanken nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung zwischen fast reinem Olivingabbro einerseits und fast reinem Hornblendegabbro andererseits, oder aber zwischen Olivingabbro einerseits und Norit andererseits. Durch Aufnahme von Biotit nähern sich die Hornblendegabbros den Dioriten, wie auch die noritischen Gesteine in manchen Abarten dahin neigen. Structurell haben wir in den zu den Dioriten hinneigenden Gesteinen mehr die typische, richtungslos-körnige Structur der Tiefengesteine, während in den übrigen Gliedern eine mehr oder minder deutliche Beziehung zu der diabasisch-körnigen Structur zu bemerken ist. Chemisch sind die den Dioriten verwandten Gesteine charakterisirt durch einen höheren Gehalt an SiO_2 und zum Theil auch an Alkalien, was darin zum Ausdruck kommt, dass sich in

Digitized by Google

ihnen ein alkalireicherer Plagioklas einerseits und statt des Olivins ein Biotit oder rhombischer Pyroxen andererseits einstellen. Es ist demnach bald Olivin, bald Biotit, bald rhombischer Pyroxen das erste Ausscheidungsproduct und die beiden letzteren Mineralien werden immer durch das nach Ausscheidung des Feldspaths reicher bezw. ärmer an SiO_2 gewordene Magma wieder ganz oder theilweise resorbirt.

Es ergiebt sich auch hier aus dem chemischen Verhältnisse, dass die diabasisch-körnige Structur im Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung steht, insofern sie nur bei den Alkali- und Kieselsäure-armen Gesteinen in deutliche Erscheinung tritt.

Bei der Resorption des Olivins und des rhombischen Pyroxens ist bald Biotit, bald Diallag, bald Hornblende das Neubildungsproduct, oder es umranden das resorbirte Mineral Diallag und Hornblende gemeinsam, doch stets so, dass der Diallag die innere also ältere Zone, braune Hornblende aber den jüngeren, äusseren Rand bildet.

In Fig. 1 habe ich nach dem Vorgange von Osann[1] die Gesteine nach ihren Formeln in eine Dreiecksprojection eingetragen. Es kommen ihnen folgende Osann'sche Formeln zu:

I Fig. 1
1. Olivingabbro (Analyse 4).
   $s = 56{,}49$, $a = 3$, $c = 7$, $f = 10$, $n = 9{,}14$.
2. Diallaghornblendegabbro (Analyse 6).
   $s = 53{,}44$, $a = 3$, $c = 7$, $f = 10$, $n = 9{,}06$.
3. Diallaghornblendegabbro mit uralitisirtem Diallag und Hornblende (Analyse 7).
   $s = 53{,}77$, $a = 3$, $c = 7$, $f = 10$, $n = 9{,}44$.

II Fig. 1
4. Hornblendegabbro mit uralitisirter brauner Hornblende (Alyse 8).
   $s = 54{,}75$, $a = 2$, $c = 5$, $f = 13$, $n = 9{,}17$.

III Fig. 1
5. Übergangsgestein zum Norit (Analyse 12).
   $s = 51{,}30$, $a = 2$, $c = 3$, $f = 15$, $n = 8{,}86$.

IV Fig. 1
6. Übergang zum Diorit (Analyse 13).
   $s = 56{,}45$, $a = 4$, $c = 5$, $f = 11$, $n = 9{,}21$.

[1] Versuch einer chemischen Classification der Eruptivgesteine. I. Die Tiefengesteine. Min. u. petr. Mitth. 1900. p. 351.

Digitized by Google

Das Verhältniss von $SiO_2 : 6\,(Na_2Al_2O_4) + 6\,(K_2Al_2O_4) + 2\,(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$ beträgt bei dem

1. Diallaghornblendeolivingabbro (Analyse 4).

$$5504 : 5857 = 0{,}94.$$

2. Diallaghornblendegabbro (Analyse 6).

$$5344 : 5779 = 0{,}92.$$

3. Diallaghornblendegabbro (uralitisirt) (Analyse 7).

$$5377 : 6207 = 0{,}86.$$

4. Hornblendegabbro (uralitisirt) (Analyse 8).

$$5475 : 5731 = 0{,}96.$$

5. Norit (Analyse 12).

$$5130 : 6334 = 0{,}80.$$

6. Übergang zu Diorit (Analyse 13).

$$5673 : 6228 = 0{,}91.$$

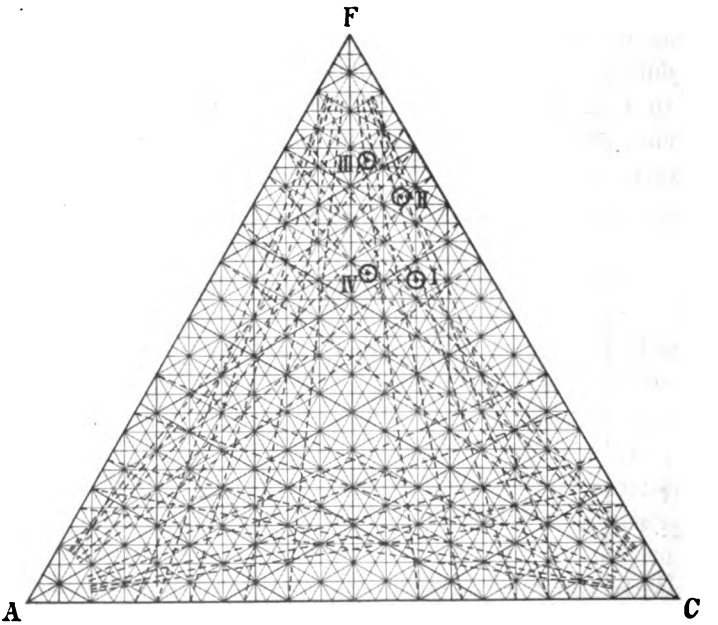


Fig. 1.

Aus den vorstehenden Formeln ist leicht ersichtlich, dass die Gesteine durch grosse Ähnlichkeit der Werthe für f und n sich als einem Eruptivgebiet angehörig documentiren. Auffallend ist es, dass in den Gesteinen, in denen Diallag ent-

Digitized by Google

halten ist, die Zahlen für a, c und f[1] ganz gleich sind, während in denjenigen Gesteinen, die sich schon von den eigentlichen Gabbros entfernen, a und c kleiner werden, f jedoch bedeutend steigt. n und s sind am kleinsten beim Norit und s wird am grössten bei den zum Diorit hinneigenden Gesteinen. Hornblendegabbro und Norit sind charakterisirt durch kleinstes a und grösstes f, und die dioritähnlichen Gesteine haben bei mittlerem f das grösste a. In der Dreiecksprojection Fig. 1 sehen wir die olivin- und diallagführenden Gesteine (I) in normaler Stellung an der Ecke F des Dreiecks der Linie F—C genähert, den Hornblendegabbro (II) weiter und den Norit (III) am weitesten nach der Ecke F hin verschoben. Das zum Diorit hinneigende Gestein (IV) fällt auch schon mitten in die Lage der Gesteine der Dioritfamilie hinein, wie ein Vergleich mit Osann's (l. c.) Darstellung zeigt.

Ferner habe ich in den nachstehenden Figuren die Analysen nach dem Vorgange von Michel-Lévy und Brögger[2] graphisch dargestellt. Es sind hiezu die aus den Procenten gefundenen Molecularproportionen direct verwendet. Auch hier weist die Ähnlichkeit der Figuren auf eine geologische Gesteinseinheit hin, auch hier erkennt man leicht bei einem Vergleich der Fig. 2 u. 6 das verschiedene Verhältniss von MgO zu FeO in den Gesteinen mit Olivin bezw. rhombischem Pyroxen, auch hier sieht man die zum Diorit hinneigenden Gesteine nur ausgezeichnet durch einen höheren Gehalt an Alkalien und Kieselsäure. Auffallend ist es endlich, dass gerade die olivinreichsten Gesteine durch verhältnissmässige Armuth an Eisen und

[1] Die Buchstaben s, a, c, f, n werden auf folgende Weise erhalten: Man dividirt die durch die Analyse gewonnenen Procente durch die Molecular gewichte und reducirt die Molecularproportionen so, dass ihre Summe 100 beträgt. Dann ist die Molecularproportion für $SiO_2 + TiO_2 = s$. Die Summe A der Alkalien, der Theil C des Kalkes, welcher nach Abzug der für die Alkalien zur Feldspathbildung nöthigen Thonerde noch auf Kalkfeldspath zu verwenden ist, und die Summe F vom CaO-Rest + MgO + FeO + MnO werden addirt, die Gesammtsumme auf 20 reducirt und mit a, c, f der Antheil der drei genannten Glieder an dieser Zahl 20 ausgedrückt. n bedeutet die Menge des Natriumoxyds, wenn $Na_2O + K_2O = 10$ gesetzt wird.

[2] Vergl. Hobbs, Suggestions regarding the classification of the igneous rocks. Journal of Geology. VIII. 1900.

Digitized by Google

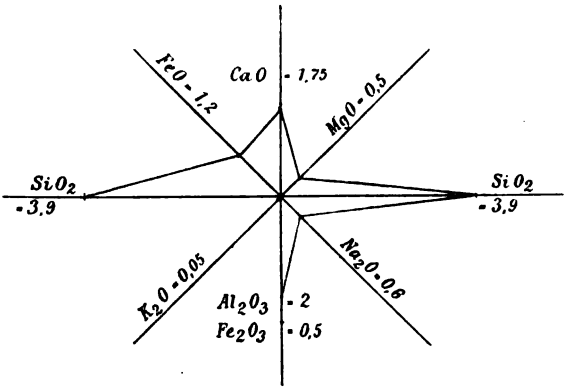


Fig. 2. Analyse 4.

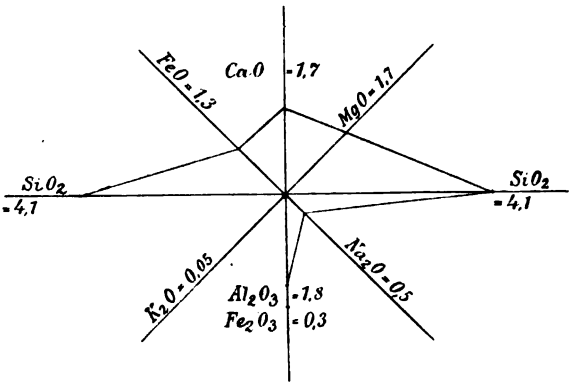


Fig. 3. Analyse 6.

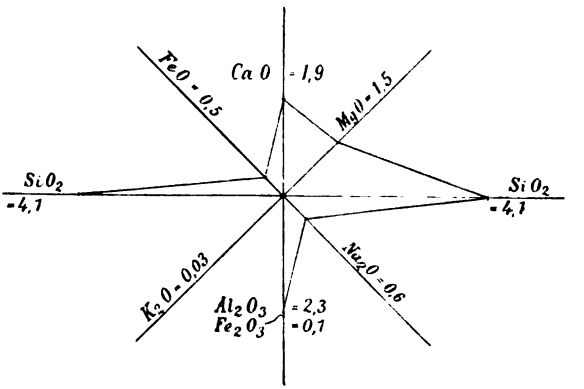


Fig. 4. Analyse 7.

Digitized by Google

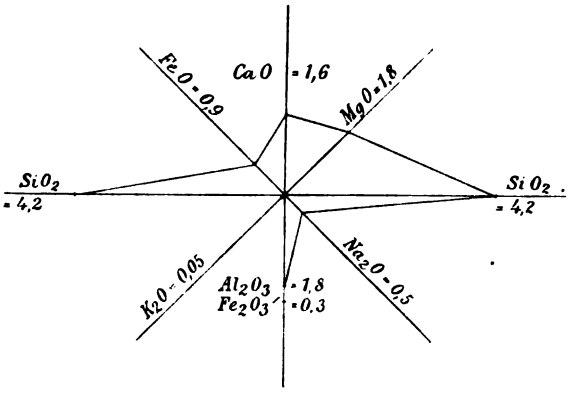


Fig. 5. Analyse 8.

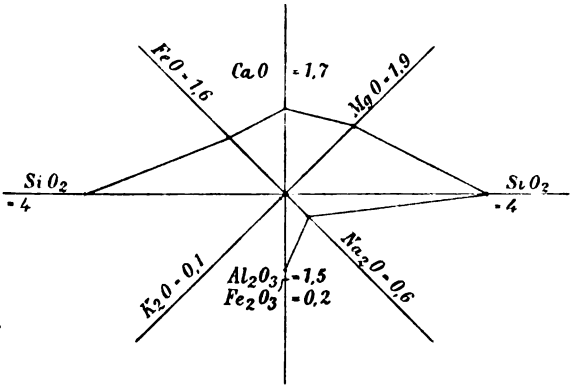


Fig. 6. Analyse 12.

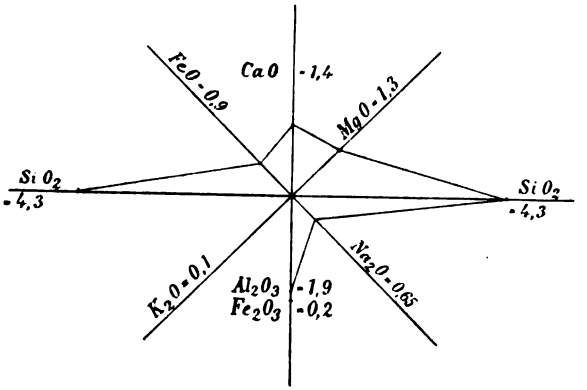


Fig. 7. Analyse 13.

Digitized by Google

Magnesia ausgezeichnet sind. Der Versuch der Berechnung einer Pauschanalyse auf die einzelnen Gesteinsgemengtheile, oder der Versuch, aus den Pauschanalysen die Abscheidung des Olivins bezüglich rhombischen Pyroxens als nothwendig erstes Krystallproduct zu folgern, stösst jedesmal auf Schwierigkeiten, weil nach Berechnung der ganzen Thonerdemenge auf Feldspath ein so geringer SiO_2-Rest verbleibt, dass die übrigbleibenden zweiwerthigen Basen zum grössten Theil als Bisilicate vorhanden sein müssten, was der Beobachtung insbesondere bei den Noriten (Analyse 12) widerspricht. Es ist demnach anzunehmen, dass ein grosser Theil der Thonerde an der Zusammensetzung der Metasilicate theilnimmt. Immerhin ist es bemerkenswerth, dass in dem Olivingabbro (Analyse 4) das Verhältniss von $MgO : FeO$ etwa wie 1 : 2, in dem Norit (Analyse 12) etwa wie 9 : 8 ist, und dürfte vielleicht darin die Ursache für die Ausscheidung von Olivin bezüglich Hypersthen zu suchen sein.

Sehr viele der im Vorhergehenden beschriebenen Gesteine sind nicht im ursprünglichen Zustand vorhanden, sondern haben eine Umwandlung erfahren, der die zu den Noriten und Dioriten hinneigenden Abarten am wenigsten ausgesetzt waren. Die Metamorphose kommt am Wesentlichsten in der Uralitisirung zum Ausdruck. Neben ihr bemerkt man häufig, besonders an dem Feldspath, den Beginn einer Kataklase in Sprüngen und undulöser Auslöschung, seltener ist eine Plan- und Parallelstructur angedeutet.

Die centrische Structur, welche man häufig bei den farbigen Gemengtheilen dieser Steine beobachtet, führe ich auf eine spätere Resorption des zuerst ausgeschiedenen Olivins oder rhombischen Pyroxens zurück, und der Uralitisirung des umrandenden Diallags und der umrandenden Hornblende verdanken die verschiedenen Zonen verschieden gefärbter Hornblenden, welche man um den Olivin beobachtet, ihre Entstehung, nicht aber einer Wechselwirkung zwischen Olivin und Plagioklas.

Jena, Mineralog. u. geolog. Institut. März 1903.

Digitized by Google

Tafel-Erklärungen.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Olivingabbro (zwischen Leprese und Ponte del Diavolo gesammelt). — In der Mitte liegt Olivin (weisslichgrau), durchzogen von Erzschnüren (schwarz). Um denselben läuft ein schmaler Streifen Tremolit (weiss), an den sich radialfaseriger Aktinolith (dunkel) anschliesst. Vergr. 1 : 100.

„ 2. Olivingabbro (zwischen Leprese und Ponte del Diavolo). — In der Mitte liegt Olivin (hell), der oben zuerst von einem breiten Streifen Diallag (hell), dann von brauner Hornblende (dunkel) umrandet ist. An der rechten Seite bildet braune Hornblende allein die Umrandung. Rechts unten ist die braune Hornblende bereits in grüne übergegangen und daher im Bilde heller. Vergr. 1 : 100.

Tafel XIX.

Fig. 3. Olivingabbro (zwischen Leprese und Ponte del Diavolo). — Olivin wird von brauner Hornblende umrandet, die in der Mitte des Bildes, an der linken Seite des Olivins in grüne, radialfaserige Hornblende übergeht. Vergr. 1 : 100.

„ 4. Olivingabbro (ebendaher). — In der Mitte liegt weisslichgraue, verworren faserige, ziemlich breitstengelige Hornblende (hell), die von einem breiten Streifen radialfaseriger, lauchgrüner Hornblende (dunkel) umrandet wird. Vergr. 1 : 115.

Tafel XX.

Fig. 5. Olivingabbro (zwischen Leprese und Ponte del Diavolo). — In der Mitte liegt unzersetzter Olivin (ganz weiss), der von stark angehäuften Erzmassen durchzogen wird. Daran schliesst sich breitstengelige, lichte Hornblende und daran radialfaserige, grüne Hornblende. Vergr. 1 : 100.

„ 6. Diallag-Hornblendegabbro (zwischen Val Fine und Martino). — Intersertale Structur des Diallags (dunkel) bei gekreuzten Nicols, die Feldspathzwillinge sehen wie angefressen aus. Vergr. 1 : 150.

Tafel XXI.

Fig. 7. Diallag-Hornblendegabbro (zwischen Val Scala und Val di Rezzo). — Braune Hornblende (dunkel) umwächst Diallag (hellgrau) bei krystallographisch gleicher Orientirung. Vergr. 1 : 6.

„ 8. Diallag-Hornblendegabbro (ebendaher). — Krystallographisch gleich orientirte Einschlüsse von brauner Hornblende (dunkel) im Diallag (hell). Vergr. 1 : 80.

Digitized by Google

Tafel XXII.

Fig. 9. Diallag-Hornblendegabbro (zwischen Ponte del Diavolo und Leprese). Hellgrüne Hornblende, die jedenfalls aus Diallag entstanden ist, wird von brauner Hornblende (schwarz) umrandet. Vergr. 1 : 70.

„ 10. Diallag-Hornblendegabbro (zwischen Leprese und Ponte del Diavolo). — Intersertale Structur von secundärer, hellgrüner Hornblende, in die mehrere grosse Feldspäthe hineinragen. Aufgenommen zwischen gekreuzten Nicols. Vergr. 1 : 60.

Tafel XXIII.

Fig. 11. Hornblendegabbro (von der Mündung des Val Scala). — Braune Hornblende (dunkel) geht allmählich in hellgrüne (hell) über, in welcher noch Reste von brauner Hornblende (dunkle, grössere Stücke) und besonders noch Interpositionen, wie sie im Labradorit häufig vorkommen (kleine schwarze Punkte) liegen. Vergr. 1 : 130.

„ 12. Norit (zwischen Stua und Val Scala). — Rhombischer Pyroxen (hell) wird von Biotit (dunkel) ohne bestimmte krystallographische Orientirung umwachsen. Vergr. 1 : 100.

Digitized by Google

Ueber Aetzfiguren, Lichtfiguren und Lösungskörper, mit Beobachtungen am Calcit.

Von

V. Goldschmidt und **Fr. E. Wright** in Heidelberg.

Mit Taf. XXIV—XXXIV und 5 Textfiguren.

Die erste wissenschaftliche Verwendung von Ätzfiguren rührt wohl von WIDMANNSTÄTTEN her. Er fand 1808 die eigenartigen nach ihm benannten Zeichnungen, die auf geschliffenen und polirten Flächen von Meteoreisen durch Ätzung mit Säure entstehen. Sie geben Aufschluss über das krystalline Gefüge des Meteoreisens. Er fand zugleich ein Verfahren, die Figuren durch Naturselbstdruck, d. h. durch Einstreichen mit Druckerschwärze und Abdrucken zu vervielfältigen. Das erste Bild der Art ist das des Meteoreisens von Elbogen Taf. 9 in SCHREIBERS' Beiträge zur Geschichte und Kenntniss meteorischer Steine und Metallmassen. 1820.

Die ersten Nachrichten über Ätzung von Krystallflächen verdanken wir F. DANIELL 1816. Er gab zugleich der Verwendung der Ätzbilder eine praktische Richtung, indem er mit ihnen die Eisensorten der Industrie auf ihr Gefüge untersuchte (1817).

1824 veröffentlichte MOHS in seinem Grundriss der Mineralogie Bd. 2 p. 47 in Bezug auf die allmähliche Auflösung des Steinsalzes an feuchter Luft folgende merkwürdige Beobachtung: „Diese Auflösung fängt nämlich regelmässig an den Kanten einer hexaëdrischen Gestalt an und verwandelt

Digitized by Google

diese zuerst in eine Combination des Hexaëders und des hexaëdrischen Trigonal-Ikositedraëders Fig. 148. Bei weiterer Fortsetzung derselben vergrössern sich die Flächen des letzteren, bis das Hexaëder verschwindet, und die Masse verkleinert sich nun in der Gestalt des Ikositetraëders I Fig. 28 bis sie gänzlich zerflossen ist." Dies dürfte die erste Nachricht über das sein, was im Folgenden „Lösungskörper" genannt werden soll.

Einen neuen Anstoss erhielt das Studium der Ätzfiguren durch Brewster 1837, der zugleich mit der Form und Lage der Figuren die durch sie erzeugten Reflexbilder eines Lichtpunktes beschrieb (Brewster'sche Lichtfiguren). Es erfolgten 1855 die Untersuchungen von Leydolt an Quarz und Aragonit, dann die von Kobell 1862 und Haushofer 1865. Von da ab fliessen die Nachrichten reichlich. Es bildete sich eine verzweigte Literatur über Ätzfiguren, der im Einzelnen nachzugehen Schwierigkeiten macht. Es dürfte daher das folgende Literaturverzeichniss willkommen sein. Es bezieht sich, ausser bei den ersten Anfängen, nur auf Ätzung von Krystallflächen.

Literatur.

Arzruni, A.: Physikalische Chemie der Krystalle 1893. 162.

Baumhauer, H.:

1869. Pogg. Ann. **138.** 563. } Über die Ätzfiguren und den Asterismus
1870. „ **139.** 349. } am Doppelspath.
„ „ **140.** 271. Über Ätzfiguren und die Erscheinungen des Asterismus an Krystallen.
1871. „ **142.** 323. Nachträgliche Bemerkungen über Ätzfiguren an Krystallen.
1872. „ **145.** 459. Über Ätzfiguren an Krystallen.
1873. „ **150.** 619. Weitere Mittheilungen über Ätzfiguren an Krystallen.
1874. „ **151.** 510. Über den Hemimorphismus des Rohrzuckers.
„ „ **153.** 621. Bemerkungen zu dem Aufsatz des Herrn Dr. F. Exner über Lösungsfiguren.
„ Münch. Ak. Ber. 48. Die Ätzfiguren an Krystallen.
„ „ 245. Die Ätzfiguren an Kaliglimmer, Granat und Kobaltkies.
1875. „ 99. Die Ätzfiguren des Magnesiaglimmers und des Epidots.
„ „ 169. Über die Ätzfiguren des Apatits und des Gypses.

Digitized by Google

1876. Dies. Jahrb. 1. Die Ätzgfiguren an Lithionglimmer, Turmalin, Topas, Kieselzinkerz.
„ „ 411. (Mimetesit, Pyromorphit, Vanadinit.)
„ „ 602. Die Ätzfiguren an Adular, Albit, Flussspath, chlorsaurem Natron.
1877. Zeitschr. f. Kryst. 1. 51. Beobachtungen am salpetersauren Baryum, unterschwefels. Ca und Sr.
„ „ 1. 257. Studien über den Leucit.
1878. „ 2. 117. Ätzversuche an Quarzkrystallen.
1879. „ 3. 113. Beiträge zur Kenntniss des Glimmers, besonders des Zinnwaldit.
„ „ 3. 337. Über den Boracit.
1880. „ 4. 187. Über den Perowskit.
1882. „ 6. 209. Über den Nephelin.
1885. „ 10. 451. Bemerkungen über den Boracit.
1886. „ 11. 133. Über den Kryolith.
1887. „ 12. 18. Über Structur und mikrosk. Besch. des Speiskobalts und Chloanthin.
„ Berl. Sitzb. 863. } Über Abh. der Ätzfiguren des Apatits v. Nat.
1890. „ 447. } und Conc. des Ätzmittels.
„ Zeitschr. f. Kryst. 17. 608. Über die Ätzerscheinungen des Strychninsulfats.
1891. „ 18. 611. Über die Kryst. des Nephelins.
1894. Leipzig. 131 S. 12 Taf. Die Resultate der Ätzmethode.
1895. Zeitschr. f. Kryst. 24. 555. Die kryst. Structur des Anatas.
1897. „ 28. 545. Neue Beobachtungen am Binnit und Dufrenoysit.
1898. „ 30. 97. Über sog. anomale Ätzfiguren an monoklinen Krystallen, bes. Colemanit.

Becke F.:

1883. Min. u. petr. Mitth. 5. 82. Baryt-Krystalle in den Quellgebieten der Teplitzer Thermen.
„ „ 5. 457. Ätzversuche an Zinkblende.
1885. „ 6. 237. „ „ Bleiglanz.
„ „ 7. 200. „ „ Mineralien d. Magnetitgruppe.
1886. „ 8. 239. „ am Pyrit.
1887. „ 9. 1. Einige Fälle natürl. Ätzung an Pyrit, Zinkblende, Bleiglanz, Magnetit.
1888. „ 10. 93. Ein Beitrag zur Kenntniss der Krystallformen des Dolomit.
1889. „ 10. 464. Die Krystallform des Traubenzuckers und opt. Akt. Subst. im Allg.
1890. „ 11. 234. Über Dolomit und Magnesit und über d. Urs. d. Tetardoëdrie des ersteren.
„ „ 11. 349. Ätzversuche an Fluorit.
1894. Lotos. 14. 1. Der Aufbau der Krystalle aus Anwachskegeln.

Digitized by Google

Behrens, Th. H.:
1894. Hamburg u. Leipzig. 170 S. Die mikrosk. Gefüge der Metalle und Legirungen.
Beckenkamp, J.:
1888. Zeitschr. f. Kryst. **14.** 379. Die Mineralien der Aragonitgruppe.
1891. „ **19.** 241. Zur Symmetrie d. Kryst. II. (Aragonit.)
1897. „ **28.** 85. „ „ „ „ V. (Baryt.)
1898. „ **30.** 55. „ „ „ „ VI. (Baryt.)
1899. „ **32.** 9. „ „ „ „ VIII. (Quarz, Aragonit.)
Bensaude, A.:
1882. Dies. Jahrb. **I.** 41. Über den Analcim.
„ Preisschr. Göttingen. Über den Perowskit.
Blasius, E.:
1885. Zeitschr. f. Kryst. **10.** 221. Zersetzungsfiguren an Krystallen.
Böggild, O. B.: Meddeleser om Grönland. 1902. **25.** 76—84. (Ilvait.)
Bömer, A.:
1891. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. **7.** 540. Beitrag zur Kenntniss des Quarzes.
Brauns, R.:
1886. Dies. Jahrb. **I.** 224. Ein Beitrag zur Kenntniss der Structurflächen des Sylvins.
1889. „ **I.** 113. Über Ätzfiguren am Steinsalz und Sylvin.
Brewster, D.:
1837 (1840). Edinb. Trans. **14.** 164. On the opt. fig. prod. by the disintegr. surfaces of crystals.
Brögger, W. C.:
1890. Zeitschr. f. Kryst. **16.** 272 (Leukophan), 282 (Melinophan).
Brögger und Bäckström:
1891. Zeitschr. f. Kryst. **18.** 209. Die Mineralien der Granatgruppe.
Brugnatelli, L.:
1888. Zeitschr. f. Kryst. **14.** 237. Über flächenreiche Magnetitkrystalle aus den Alpen.
Daly, R.:
1899. Amer. Acad. of Arts a. Sc. **34.** 373—429. Bull. soc. Franç. **22.** 133. A comparat. study of etch-figures. The Amphiboles and Pyroxenes.
Dana und Wells:
1889. Zeitschr. f. Kryst. **15.** 275. Beryllonit, ein neues Berylliumphosphat.
Daniell, F.:
1816. Journ. Sc. of London. 24. } Über einige Erscheinungen, die den
1817. Schweigger Journ. **19.** 38. } Auflösungsprocess begleiten.
„ „ **19.** 194. Über die mechanische Structur des Eisens, die sich bei der Auflösung entwickelt.
Eakle, A. S.:
1896. Zeitschr. f. Kryst. **26.** 558. Beitrag zur Krystallkenntniss der überjodsauren und jodsauren Salze.
Ebner, V. v.:
1884. Wien. Sitzb. (2.) **89.** 369. } Die Lösungsflächen des Kalkspathes
1885. „ (2.) **91.** 760. } und des Aragonits.

Digitized by Google

Exner, F.:
1874. Wien. Sitzb. (2.) **69.** 6. Über Lösungsfiguren an Krystallflächen.
Fabri, R.:
1860. Rom. Atti. **13.** 1883. Sul modo col quale proc. l. dissoluz. d. corpi crist.
Foullon, H. v.: Verh. geol. Reichsanst. 1881. 131. (Krystallogenetische Beobachtungen. Alaun.)
Friedel, G.: Bull. soc. Franç. Min. 1896. **19.** 18. (Glimmer.)
Gill, A. C.:
1894. Zeitschr. f. Kryst. **22.** 97. Beitrag zur Kenntniss des Quarzes.
Gonnard, F.:
1888. Bull. soc. Franç. **11.** 269. Des figures d. corrosion nat. d. crist. d. barytine du Puy de Dôme.
Greim, G.:
1889. Dies. Jahrb. **I.** 253. Über Ätzfiguren an Diopsid und Spodumen.
Hamberg, A.:
1887. Bih. Sv. Ak. Handl. **13.** (2.) 1. Natürliche Corrosionserscheinungen und neue Krystallflächen an Adular.
1890. Geol. Fören. Förh. **12.** 617. Mineralogische Studien. (Bemerkungen über den Einfluss der Concentration des Ätzmittels auf die Umgestaltung eines Krystalls beim Ätzen.)
Haushofer, K.:
1865. Habilit.-Schr. München. Über Asterismus und die Brewster'schen Lichtfiguren am Calcit.
Hirschwald, J.:
1869. Pogg. Ann. **137.** 548. Über die auf den Flächen und Schlifflächen der Quarzkrystalle künstlich hervorgebrachten und natürlichen regelmässigen Vertiefungen.
Hlawatsch, C.:
1899. Zeitschr. f. Kryst. **31.** 1. Krumme Flächen und Ätzerscheinungen am Stolzit.
1900. „ **32.** 497. (Met. Magnesium.)
Jannetaz, E.:
1870. Bull. Soc. Chim. Paris. **13.** 3. Note s. l. rapp. d. l. variation d. formes dans l. aluns et d. milieux ou ils cristallisent.
Klein, C.:
1880. Dies. Jahrb. **II.** 209. Über den Boracit.
Klien, P.:
1876. Pogg. Ann. **157.** 611. Beitrag zur Kenntniss des Gypses.
Klocke, F.:
1878. Zeitschr. f. Kryst. **2.** 126. Über die Ätzfiguren der Alaune. (Zusatz S. 298.)
„ „ **2.** 293. Über die Empfindlichkeit von Alaunkrystallen geg. geringe Schwankungen der Concentration der Mutterlauge.
„ „ **2.** 552. Mikroskopische Beobachtungen über das Wachsen und Abschmelzen der Alaune in Lösung isomorpher Substanzen.

Digitized by Google

Klocke, F.:
1880. Zeitschr. f. Kryst. **4.** 76. Über das Verhalten der Krystalle in Lösungen, welche wenig von ihrem Sättigungspunkt entfernt sind.
„ Dies. Jahrb. **I.** 160. (Alaun.)
Kobell, F. v.:
1862. Münchn. Sitzb. 461. Über Asterismus und die BREWSTER'schen Lichtfiguren.
Köchlin, R.: Min. u. petr. Mitth. 1887. 9. 22. (Manganit.)
Knop, A.:
1876. Anorganographie S. 25.
Langemann, L.:
1886. Dies. Jahrb. **II.** 137. (Desmin.)
Laspeyres, H.:
1876. Zeitschr. f. Kryst. **1.** 357 (Topas), 359 (Fluorit).
Lavizzari:
1865. Lugano. Nouvelles phénomènes d. corps cristallisés.
Leydolt, F.:
1855. Wien. Sitzb. **15.** 59. Über eine neue Methode, die Structur und Zusammensetzung der Krystalle zu untersuchen mit besonderer Berücksichtigung der Varietäten des rhomboëdrischen Quarzes.
1856. „ **19.** 10. Über die Structur und Zusammensetzung der Krystalle des prismatischen Kalkhaloides.
Linck, G.:
1889. Zeitschr. f. Kryst. **15.** 8. Coquimbit.
1891. Min. u. petr. Mitth. **12.** 82. Ätzfiguren am Sylvin.
Meyer, O.:
1883. Dies. Jahrb. 74. Ätzversuche an Kalkspath.
Meyer, O. und Penfield:
1889. Connect. Ac. Trans. **8.** 157. Resultate der Ätzung einer Quarzkugel und von Quarzkrystallen mit Flusssäure.
Molengraaff, G. A. F.:
1888. Zeitschr. f. Kryst. **14.** 173. Über natürliche und künstliche Ätzerscheinungen am Quarz.
1890. „ **17.** 137. Studien am Quarz.
Mohs, Fr.: Grundr. d. Min. 1824. **2.** 47. (Steinsalz.)
Morren:
1870. Compt. rend. **70.** 992. Combustibilité du Diamant. Effets prod. s. c. corps p. d. tempér. élevées.
Mügge, O.:
1889. Dies. Jahrb. **I.** 242. (Granat.)
Pape, C.:
1865. POGG. Ann. **124.** 329. Verwitterungs-Ellipsoid.
Pelikan, A.:
1890. Min. u. petr. Mitth. **11.** 331. Natürliche Ätzung an Topaskrystallen von San Luis Potosi.

Digitized by Google

Penfield, S. (siehe auch MEYER und PENFIELD):
1891. Zeitschr. f. Kryst. **18.** 502. Spangolith.
Petersson, W.:
1889. Stockh. Bih. Vet. Ak. Handl. **15.** 1. Natürl. Lösungserscheinungen an Beryll von Mursinsk.
Ramsay, W.:
1889. Zeitschr. f. Kryst. **15.** 431. Tetardoëdrie des Turmalins.
Retgers, W.:
1895. Zeitschr. phys. Chem. **16.** 603. Die Bedeutung der Ätzmethode für das Studium des Isomorphismus.
1896. „ **20.** 512. Ätzfiguren isomorpher Körper.
Rinne, F.:
1885. Dies. Jahrb. **II.** 1. Über Milarit, Apophyllit und Rutil.
1894. „ **II.** 51. Beitrag zur Kenntniss des Skolezit.
Rose, G.:
1856. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **8.** 543. Über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde.
1873. POGG. Ann. **148.** 508. Die bei der Verbrennung des Diamants entstandenen regelmässigen Eindrücke.
Samojloff, J.:
1902. Bull. Nat. Moscou. 164 u. 258. Beitrag zur Kryst. des Baryts.
Scherer, F.:
1893. Zeitschr. f. Kryst. **21.** 376. Studien über Arsenkiese.
Schreibers, C. V.:
1820. Wien. Beitrag zur Geschichte und Kenntniss der meteorischen Steine und Eisenmassen (WIDMANNSTÄTT. Fig. 1808).
Sömmering:
1818. SCHWEIGGER's Journ. **20.** 91. Über die Zeichnungen, welche sich bei Auflösung des Meteoreisens bilden.
Solger:
1901. Dies. Jahrb. Beil-Bd. **13.** 469. Über die Benutzung der Lichtfiguren geätzter Krystallflächen zur krystallographischen Bestimmung der Ätzfiguren.
Sohnke, L.:
1875. Dies. Jahrb. 938. Über Ätzfiguren an Steinsalzwürfeln und über die von EXNER angewandte Methode zur Erzeugung von Ätzfiguren.
Tenne, C. A:
1883. Dies. Jahrb. **II.** 334. (Ref. zu BAUMHAUER, Nephelin.)
Traube, H.:
1892. Dies. Jahrb. **II.** 58. } Über die Krystallform einiger Lithionsalze.
1894. „ **I.** 171. }
„ „ **I.** 245. Über die Doppelsalze des weinsauren Antimon, Blei, Baryum mit salpeters. Kalium.
„ „ Beil.-Bd. **9.** 134. Über die pyroelektr. Eigenschaften und die Krystallform des Prehnits.
„ „ „ **9.** 466. Beitrag zur Kenntniss des Nephelins und des Davyns.

Digitized by Google

Traube, H.:
1896. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. **10.** 454. Über Ätzfiguren einiger Mineralien (Cuprit, Phosgenit, Wulfenit, Scheelit, Chalcolith, Disthen, Turmalin, Vesuvian, Dioptas, Willemit, Nephelin, Beryll, Adular).
„ Dies. Jahrb. Beil.Bd. **10.** 470. Beitrag zur Kenntniss des Rutil, Cassiterit und Zirkon.
„ „ „ **10.** 788. } Über das opt. Drehungsvermögen von
1898. „ „ **11.** 623. } Körp. in Kryst. u. amorph. Zustand.
1899. Zeitschr. f. Kryst. **31.** 161. Beitrag zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung und Krystallform der äpfelsauren Salze.
Tschermak, G.:
1882. Min. u. petr. Mitth. **4.** 99. Über die Isomorphie der rhomboëdrischen Carbonate und des Natronsalpeters.
„ „ **4.** 531. Die Hemimorphie der Salmiakkrystalle.
Ussing, N. V.:
1889. Zeitschr. f. Kryst. **15.** 600. (Sapphirin.)
Valentin, J.:
1889. Zeitschr. f. Kryst. **15.** 576. Über Baryt aus dem Kronthal. Natürliche und künstliche Ätzfiguren.
Vater, H.:
1898. Zeitschr. f. Kryst. **30.** 301. Bemerkungen über die sogen. anomalen Ätzfiguren der Krystalle.
Viola, C.:
1897. Zeitschr. f. Kryst. **28.** 225. Über den Aragonit von Sicilien und seine Structur.
„ „ **28.** 573. Über Ätzfiguren am Gyps.
1899. „ **31.** 97. Homogenität und Ätzung.
Walker, T. L.:
1898. Amer. Journ. Sc. **5.** 176. (Einige trikline Minerale.)
„ „ **6.** 41. (Torbernit.)
1899. „ **7.** 199. (Glimmer.)
Weiss, E.:
1877. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. **29.** 208. Über Ätzfiguren am Gyps.
Wollaston, W. H.:
1816. Phil. Trans. 265. Observ. and exper. on a Mass of nat. iron found in Brazil.
Wulff, G.:
1895. Warschau. Univers. Nachr. } Z. Frage über d. Wachsth. u. Auf-
1898. Zeitschr. f. Kryst. Ref. Kanojitzky. } lösungsgeschw. d. Krystallfl.
Wulff, L.:
1880. Zeitschr. f. Kryst. **4.** 122. Über die Krystallform der isomorphen Nitrate der Bleigruppe.
1881. „ **5.** 81. Über die scheinbare Tetardoëdrie der Alaune.
1894. „ **22.** 473. Abhängigkeit der Wachsthumsgeschwindigkeit und Anätzbarkeit der Krystalle von der Homogenität.

Digitized by Google

Der Grund, warum wir die Untersuchung der Ätzfiguren am Calcit aufs Neue aufnahmen, war ein mehrfacher.

1. Die zweikreisige Messung ermöglichte die rasche und genaue Aufnahme der Reflexzüge. Verfeinerung der Beobachtung durch Verbesserungen der Goniometerlampe, des Signals und des Fernrohrs, sowie Ocular-Abblendung gestatteten, die Reflexzüge der Ätzfiguren in feinere Einzelheiten zu verfolgen und ihre Theile in Bezug auf die Theile der Ätzfiguren zu localisiren.

2. Die gnomonische Projection (für manche Betrachtungen auch die stereographische und die perspectivische Projection) ermöglichte eine übersichtliche Darstellung und graphische Discussion dieser Beobachtungen.

Es sollte nun beim Calcit ein Beispiel gegeben werden für diese Methode der Messung und Discussion, deren Ausbau und Anwendung auf verschiedene Krystallarten wichtige Resultate verspricht.

3. Neue theoretische Anschauungen suchten Bestätigung und Förderung bei den Ätzfiguren. Die geänderte Fragestellung erforderte geänderte Beobachtung und Discussion.

Besonders folgende Fragen kamen in Betracht:

A. Wesen, Entstehung und Eigenthümlichkeiten der Ätzfiguren.

B. Entwickelung der Formen, auch der gekrümmten, zu denen die Ätzfiguren gehören, ausgehend von gewissen Primärknoten. Entstehen der Züge durch Zusammenwirken mehrerer Knoten. Ablenkung der Züge und Punkte durch benachbarte Knoten und vorbeistreichende Zonen.

C. Möglichkeit der Auffindung der wichtigsten Knoten und ihrer Rangordnung mit Hilfe der Ätzfiguren. Besonders wichtig da, wo Mangel an typischen Formen die Auffindung der Hauptknoten durch Discussion der Formenreihen verhindert.

D. Beurtheilung der chemischen und physikalischen Natur der einzelnen Knoten als Sitz chemisch verschiedener Theile (Atome, Molecüle) der Partikel. Durch verschiedene Angreifbarkeit, durch verschiedene Stärke und Ausdehnung der krummen Züge in den einzelnen Zonen;

Digitized by Google

durch verschiedenen Rang der einzelnen Knoten bei wechselndem Ätzmittel.

Weg zum Bau der räumlichen Structurformel der Partikel.

E. Weg zur Beurtheilung der Mechanik des Lösungs-Vorgangs.

ad A. Die Frage: Wie entstehen Ätzfiguren und was sind ihre Eigenthümlichkeiten, soll in einer besonderen Abhandlung ausführlicher untersucht werden.

ad B. C. Wir haben in den Ätzfiguren eine Gruppe krummer Flächen an im Bau ungestörten Krystallen (Übergangsflächen)[1] und zwar solchen, die man willkürlich herstellen kann, deren Verlauf man durch gewisse Mittel beeinflussen kann (Natur und Concentration des Lösungsmittels, Temperatur . . .). Ätzfiguren sind Übergangsflächen, die beim Abnehmen (Lösen) der Krystalle entstehen. Andere Übergangsflächen bilden sich beim Wachsen der Krystalle. Wir haben beide zu studiren und zu finden, was beiden gemeinsam ist, was jeder Art eigenthümlich.

Wir fanden die Entwickelung der Krystallformen[2] ausgehend von Primärknoten (Primärflächen, Primärkraftrichtungen) von für die Krystallart eigenthümlicher Anordnung und Intensität. Die Auffindung dieser Primärknoten zeigte sich als eine wichtige Aufgabe. Hierzu können die Ätzfiguren helfen in folgender Weise:

Die Entwickelung der Formen geschieht in der Hauptsache zonenweise, d. h. durch Zusammenwirken je zweier Knoten. Zwischen diesen spannt sich eine Zone. Geschieht in dieser Zone Differenzirung nach dem Gesetz der Complication, so scheiden sich abgeleitete scharfe Einzelflächen aus. Kommt es nicht zu solcher Klärung, so entsteht eine cylindrisch gekrümmte Fläche, im Reflex ein Zug, in gnomonischer Projection eine Gerade. Wirken mehr als zwei Knoten zusammen, so entstehen abgelenkte Zonenzüge und ausgebreitete Reflexe. Im Verlauf der Reflexlinien krummer Flächen, auch der Ätzfiguren, haben wir ein Mittel, dies Zusammenwirken zu studiren und auf Ort und Wirkungsweise der Ausgangs-

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **26.** 1.

[2] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28.** 1 u. 414.

Digitized by Google

punkte dieser Einflüsse (Hauptknoten, Primärknoten) zu schliessen.

Das Formensystem einer Krystallart zeigt die Linien der Formenentwickelung; aber nur dann, wenn viele Flächen beobachtet sind, so bei Calcit, Quarz u. a. Sind nur wenige Formen bekannt, so ist das Bild hierfür zu unvollständig.

Es zeigte sich nun, zunächst für den Calcit, wie wir im Folgenden sehen werden, dass die Reflexzüge der Ätzfiguren den Linien der Formenentwickelung folgen; dass ein Zusammenfassen der Reflexzüge der Ätzung zu einem Gesammtbild in ähnlicher Weise den Verlauf der Formenentwickelung giebt, wie die Zusammenstellung der beobachteten typischen Flächen. Ätzfiguren aber kann man machen, wenn man auch nur wenige Flächen zur Verfügung hat, oder solche künstlich durch Anschleifen herstellt. Ebenso, wenn man aus dem Krystall Kugeln schleift und diese ätzt.

Bestätigt sich das beim Calcit Gefundene bei den anderen Krystallarten, woran wir nicht zweifeln, so gewinnen wir in den Ätzfiguren ein Mittel, den Verlauf der Formenentwickelung zu studiren, deren Anfänge (Hauptknoten, Primärknoten) zu erkennen, auch wenn nur wenige Flächen ausgebildet sind, ja (in Kugeln), wenn alle Flächen fehlen.

Gute Ätzfiguren, vorzugsweise auf Hauptknotenflächen. Die bisherigen Versuche am Calcit zeigten ferner, dass vorzugsweise solche Flächen gute Ätzfiguren lieferten, die auf Grund der Formenentwickelung als Hauptknoten, vielleicht als Primärknoten anzusehen sind: $p. = +1$; $\varphi. = -2$; $a = \infty 0$.

Verallgemeinert sich diese Erfahrung für die anderen Krystallarten, so können wir an der Fähigkeit, gute Ätzfiguren zu liefern, die Hauptknoten, vielleicht die Primärknoten erkennen, eventuell ihnen nach der Befähigung hierzu eine Rangordnung beimessen, diese mit der Rangordnung bei Entwickelung der Formen[1] vergleichen.

Einbohrung und Formenentwickelung. Der Ätzung eigenthümlich ist ein Einbohren von Grübchen durch die

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28**. 419, 424.

Digitized by Google

Action des Lösungsmittels. Die formenentwickelnde Partikel-Attraction sucht ihrerseits den Vertiefungen eine bestimmte Abgrenzung zu geben. Aus dem Zusammentreffen (Conflict) beider Wirkungen entstehen die Ätzfiguren, wie wir sie finden.

Kennen wir nun den Einfluss der Formenentwickelung aus dem Formensystem der Krystallart, so können wir durch dessen Ausscheidung die Art der Einbohrung isoliren und dadurch den Lösungsprocess studiren. Kennen wir dann umgekehrt die Wirkung des Einbohrungsprocesses, so können wir, nach Ausscheidung von dessen Einfluss, die Wirkung der Formenentwickelung isoliren und studiren, auch da, wo das Formensystem mangelhaft bekannt ist.

ad D. Wir finden verschiedene Ätzfiguren (Reflexzüge. Lichtfiguren) bei Anwendung verschiedener Lösungsmittel. (Von untergeordnetem Einfluss sind auf den Verlauf der Züge Concentration und Dauer.) Kennen wir nun den Verlauf der Formenentwickelung der Krystallart und die Gesetze der Einbohrung des Lösungsmittels im Allgemeinen, so können wir, nach Ausscheidung dieser, die Wirkungsart des speciellen Lösungsmittels isoliren und studiren.

Ein Lösungsmittel spannt Zonen vorzugsweise nach gewissen Knoten, ein anderes nach anderen. Das Studium dieser Beziehungen verspricht Aufschluss über das Wesen (die chemische Natur) der einzelnen Knoten bei constantem Lösungsmittel, umgekehrt über das Wesen, die Wirkungsweise des Lösungsmittels bei constanter, dann wechselnder, zunächst verwandter Krystallart.

Wir kommen auf diese Fragen eingehender zurück.

Als Object der Untersuchungen wurde zunächst **Calcit** gewählt, um dann von ihm auf andere Krystallarten überzugehen. Der Calcit erschien als das geeignetste Material aus mehreren Gründen: Das Material ist reichlich rein und homogen zu haben. Die Spaltung giebt bequeme und sichere Orientirung. Calcit giebt gute Ätzfiguren mit verschiedenen Lösungsmitteln, auch natürliche Ätzfiguren finden sich beim Calcit häufig. Das Formensystem des Calcits ist reicher und besser bekannt, als das irgend einer Krystallart. Die Natur liefert verschiedene Flächenarten gross und gut aus-

Digitized by Google

gebildet. Calcit ist ein Glied der isomorphen Reihe $R''CO_3$ (Magnesit, Eisenspath . . .). Anschliessende Untersuchungen in dieser Reihe gestatten Verallgemeinerung der am Calcit gewonnenen Resultate. Calcit und Aragonit haben gleiche chemische Zusammensetzung aber ungleiche Form. Vergleichende Versuche durch Ätzung versprechen Aufschlüsse über das Wesen der Isomerie. Dem Aragonit schliessen sich als Untersuchungsobjecte die isomorphen an: Cerussit, Strontianit, Witherit.

Messung, Projection und Discussion der Ätzfiguren. Gegenstand der Krystallbeschreibung in Wort und Bild war Anfangs Zahl und Form der begrenzenden Flächen und Kanten. Die Krystallographie nahm aber erst dann einen wissenschaftlichen Aufschwung, als man erkannte, dass das Wesen der Krystallformen sich nicht hierin ausdrückt, sondern in der Beziehung der Orientirung der Flächen gegeneinander. An Stelle von Messung und Abbildung der Flächenbegrenzung trat Messung der Neigungen der Flächen, der gegenseitigen Richtung der Normalen. Zur Unterlage der Discussion diente die Abbildung der Flächen-Normalen durch Projection auf Kugel oder Ebene und Discussion des Projectionsbildes.

Erst mit Untersuchung der Flächen-Richtungen ergaben sich die wichtigen Gesetze der Krystallographie. Das Gesetz der constanten Winkel, der Zonen, der Rationalität der Indices. Die Discussion des gnomonischen Bildes gab tieferen Einblick in die Gesetze der Beziehungen der Flächen und der Entwickelung der Formen.

Dabei blieben die Abgrenzungen der Flächen, ihre Zahl und Grösse nicht unbeachtet. Sie wurden nach wie vor in Abbildungen und Modellen beschrieben, aber das Interesse für sie trat zurück gegen das für die Beziehungen der Normalen und der Projectionspunkte.

Ebenso geht es nun den Ätzfiguren, die ja nur eine besondere Art von Krystallformen sind. Zunächst interessirte deren Form. Die Beschreibung und Abbildung ihrer Oberfläche und Abgrenzung gegen die geätzten Flächen füllt derzeit fast ausschliesslich die Publicationen. Wir haben erst kleine Anfänge für Positionsbestimmungen der Ätzfiguren im Sinn der Krystallmessung, d. h. des Verlaufs ihrer Normalen

Digitized by Google

und deren Abbildung in Projection unter sich und gegen die typischen Formen der Krystallart. Es giebt und verspricht aber dieser Weg weit mehr Belehrung über die oben an die Ätzfiguren geknüpften Fragen, als die Beschreibung der Form.

Messung der Ätzfiguren bedeute deshalb in vorliegender Untersuchung, analog der Krystallmessung bei typischen Formen, die Ortsbestimmung der Flächen-Normalen nebst deren Abbildung und Discussion im Projectionsbild. Die Ätzfiguren sind von krummen Flächen begrenzt. Daher bilden ihre Projectionen Lichtzüge. Wegen der Complicirtheit dieser krummflächigen Gebilde bietet nur deren polares Projectionsbild genügende Übersichtlichkeit zum Studium der Beziehungen.

Messung und Projection der Ätzfiguren.

Aufsetzen. Der geätzte Calcit-Krystall wurde am zweikreisigen Goniometer in normaler Stellung aufgesetzt, d. h. so, dass die Spaltungsflächen p. = 1 einen Ring bilden mit der gleichen Poldistanz $\varrho = 44^\circ 36'$[1]. Es wurden dazu nach der Ätzung kleine Flächen p. = +1 angespalten. Später, nach genauerer Kenntniss der Ätzfiguren, dienten auch diese selbst, ohne angespaltene Orientirungsflächen, zum Polarstellen.

Skizziren des Lichtbildes, so wie es mit Punktsignal und verkleinerndem Fernrohr dem Auge erscheint. Das ist eine wichtige Arbeit. Sie wurde mit möglichster Sorgfalt ausgeführt und die Skizzen während der Messung berichtigt. Die Ausführung guter Skizzen erfordert einige Übung. Bei längerer Beschäftigung mit solchen Reflexen und Skizzen sieht man und reproducirt Details in Verlauf und Lichtstärke, die man vorher übersehen hatte. Auch ist es gut mehrere Reflexe der gleichen Ätzungsart zu skizziren und zu messen. Man lebt sich dadurch ein in den charakteristischen Verlauf. Besonders will gelernt sein, schwache und verwaschene Züge und Flecken aufzunehmen, die Lichtstärken entsprecheud abzutönen, ausgedehnte Züge über das Gesichtsfeld hinaus durch Drehen der Goniometerkreise V und H zu verfolgen.

---

[1] Vergl. Goldschmidt, Winkeltabellen p. 83. Über das Polarstellen vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1895. **24**. 6, 10 und Winkeltabellen p. 385.

Digitized by Google

In der Skizze wurden so viele charakterisirende Punkte vermerkt, als nöthig schienen, um den Verlauf des Lichtbildes durch Messung zu fixiren. Zur passenden Wahl der Punkte gehört Sorgfalt und Übung, damit man nicht durch unnöthig viele die Arbeit unnütz vermehrt, andererseits durch zu wenige, oder durch Einsetzen an nicht charakteristische Stellen, den Verlauf unsicher lässt.

Wichtig, und für den Erfolg unserer Messungsmethode entscheidend, ist der glückliche Umstand, dass die Lichtzüge, wie sie das Auge am Goniometer wahrnimmt, wenn auch verzerrt wegen Projection auf eine anders gekrümmte Fläche (hier die Hohlkugel der Retina, dort die Papierebene des Projectionsbildes), den gleichen Verlauf haben, wie die Züge im gnomonischen Bild[1]. Durch diese Übereinstimmung sind wir im Stand, das gezeichnete Projectionsbild mit dem Lichtbild am Goniometer, das wir vor uns haben, zu vergleichen, zu berichtigen, und die Züge und Flecken in der Zeichnung nach der Lichtstärke richtig abzutönen.

Messung. Aufnahme der Lichtzüge. Die Messung geschah am zweikreisigen Goniometer mit Punktsignal und verkleinerndem Fernrohr; das Objectiv nahe an den Krystall gerückt.[2] Durch solches Heranrücken werden die Züge in einem längeren Theil ihres Verlaufs sichtbar, was für das Skizziren und Zeichnen wichtig ist.

Jeder der in der Skizze eingetragenen und nummerirten Punkte wurde nun der Reihe nach eingestellt und die Ablesungen am φ- und ϱ-Kreis (v, h) notirt. Aus den Ablesungen v, h berechnet sich durch die Subtraction:

$$\varphi = v - v_0,\ \varrho = h - h_0$$

Dabei ist v_0 die Ablesung für den ersten Meridian, die wir finden, indem wir den drei Spaltflächen die Meridiane $\varphi = 90^0, 210^0, 330^0$ geben. h_0 ist die Polstellung des Instrumentes, die wir nach Angabe in der Zeitschr. f. Kryst. 1893. **21.** 215, bestimmen. Diese Subtraction ist die einzige Rechnung bei der ganzen Untersuchung.

---

[1] Vergl. Goldschmidt. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **24.** 3, sowie Fussnote p. 4.

[2] Die neuen Constructionen der von P. Stoë in Heidelberg ausgeführten Goniometer gestatten ein solches Heranrücken. In der Publication über das zweikreisige Goniometer (Modell 1896) Zeitschr. f. Kryst. 1898. **29.** 334, ist diese Verbesserung noch nicht angegeben.

Digitized by Google

Anmerkung. Man macht am besten h_0 gleich einem ganzen Vielfachen von 10°, also $h_0 = 30°, 40°, \ldots$ Ist die Polstellung h_0 eine andere, so ändert man sie durch Drehung von Collimator gegen Fernrohr.

Es sei z. B. $h_0 = 41° 23'$ und wir wollen $h_0 = 40°$ haben, d. h. 1° 23' weniger, so verklemmen wir K_1 (Zeitschr. f. Kryst. 1898. **29**. Taf. VII Fig. 2), lösen die Klemmung K_3 und drehen nun Collimator gegen Fernrohr, so, das die zufällige Ablesung am Horizontalkreis um $2 \times 1° 23 = 2° 46'$ kleiner wird. Dann ist $h_0 = 40°$. Wir prüfen das durch Controle der Polstellung des Instruments.

Durch eine Drehung des Krystallträgers in der Hülse h (obige Figur) kann man $v_0 = 0$ machen. Dann entfällt die Berechnung von $\varphi = v - v_0$. Das ist eine wesentliche Zeitersparniss bei grosser Zahl der Reflexe.

Ist Meridian 0 unbekannt, so geschieht das Auftragen der Punkte nicht durch $\varphi\,\rho$, sondern durch $v\,\rho$. Das Bild ist das gleiche, nur in der Ebene des Papiers gedreht. Meridian 0 wird dann nachträglich graphisch bestimmt und eingezeichnet.

Ocular-Abblendung geschah zur Beseitigung von Reflexen, die nicht den zu messenden Ätzfiguren angehören, z. B. zur Trennung der Grübchen von den Randfiguren. Sie dient ferner zum Studium von Theilen der Ätzfiguren, um zu erkennen, welcher Theil des Lichtzugs, welchem Begrenzungsstück der Ätzfigur zugehört.

In der Regel zeigte es sich als vortheilhaft, nicht nur eine Ätzfigur reflectiren zu lassen, sondern eine Gruppe solcher, ein damit bedecktes Feld. Durch die gleichzeitige Aufnahme mehrerer wird das Bild lichtstärker; auch erhält man das, was eigentlich gesucht ist, ein Durchschnittsbild der Ätzfiguren einer Fläche, befreit von den Zufälligkeiten des einzelnen Grübchens.

Messung mit spitzer Incidenz, d. h. spitzem Winkel zwischen Collimator und Fernrohr, ist nöthig, wegen der einspringenden Winkel, damit der reflectirte Strahl aus dem Grübchen heraus kann, ohne aufgefangen zu werden, oder mehrmals reflectirt ins Auge zu kommen. Autocollimation wäre für solche Messung gut, doch leistet spitze Incidenz nach den angestellten Versuchen das Gleiche in Bezug auf Richtigkeit der Aufnahme, mehr in Bezug auf Lichtstärke.

Der Beweis der Zulässigkeit schiefer (nicht senkrechter) Incidenz wurde dadurch geführt, dass mit wechselnder Incidenz sich die Lichtzüge nicht änderten. Die Ätzfiguren eines

Digitized by Google

mit Ameisensäure auf p. = +1 geätzten Krystalls wurden bei drei verschiedenen Incidenzen gemessen. Das Resultat aller Messungen war genau das gleiche. Die Zulässigkeit schiefer und wechselnder Incidenz, sowie das Entfallen der Nothwendigkeit, jedes Ätzgrübchen abgeblendet für sich zu messen, vereinfacht und beschleunigt wesentlich dies Messungsverfahren und ermöglicht dadurch erfolgreiche Ausdehnung der Untersuchungen auf weitere Gebiete.

Eintragen der Punkte ins Projectionsbild. Die gemessenen Punkte wurden aus ihren $\varphi\,\varrho$ aufgetragen und zwar mit einem Grundkreiss vom Radius h = 5 cm. Der Ort des Punktes giebt sich aus der Richtung φ gegen den ersten Meridian und der Poldistanz $d = h \tan \varrho = 5 \operatorname{tg} \varrho$. Beim Auftragen dieser Punkte kommt es auf Schnelligkeit an, damit man ohne zu grossen Zeitaufwand den Verlauf der Lichtzüge durch viele Punkte sichern kann, und auf Genauigkeit.

Gnomonisches Netz[1]. Um Schnelligkeit und Genauigkeit zu fördern wurden gnomonische Netze verwendet, die sich zum Herstellen gnomonischer und perspectivischer Bilder eignen. Sie haben folgende Einrichtung. Ein blassblau gedrucktes in Millimeter getheiltes quadrirtes Feld von 30 cm Länge und Breite. In der Mitte der Grundkreis von 5 cm Radius mit Leitlinie und Winkelpunkt zum perspectivischen Zeichnen[2]. Am Rand eine Winkeltheilung auf $\frac{1}{2}^0$. Die Millimetertheilung dient als Massstab, zugleich auch zum Auftragen von Punkten aus ihren Coordinaten xy (vergl. Winkeltabelle) oder aus ihren Elementen und Symbolen.

Als weiterer Behelf dient eine **Sehnen- und Tangententabelle**[3]. Sie giebt die Sehnen $s = 2 \sin \frac{1}{2}\alpha$, der Winkel von $0 - 45^0$ von 10 : 10′ und die Werthe $5 \operatorname{tg} \varrho$ für die Winkel $0 - 90^0$. Man hält sich diese Tabelle am besten unter Glas, damit sie, trotz der starken Benutzung, rein bleibt.

Mit diesen Hilfsmitteln geht das Auftragen der Punkte rasch. Jeder Punkt ist gegeben durch seine Positions-Winkel $\varphi\,\varrho$. Man sticht im gnomonischen Netz eine Punktirnadel in den Punkt (φ) der Gradtheilung und legt ein scharfes Lineal an den Punkt φ (die Nadel) und den Pol P. Für $\sphericalangle \varrho$ sieht man in der Tangententabelle $d = 5 \operatorname{tg} \varrho$ nach, nimmt dies Maass, an der Quadrirung des Netzes abgestochen, in den Zirkel und

[1] Nach Angaben von Goldschmidt von Hub. Köhler in München ausgeführt. Format mit Rand 50 : 50 cm. Preis pro 10 Blatt auf starkem Zeichenpapier Mk. 2.20 bei P. Stoë in Heidelberg (Jubiläumsplatz 70).

[2] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1891. **19**. 352.

[3] Preis 30 Pf., unter Glas Mk. 1.50, bei P. Stoë in Heidelberg.

Digitized by Google

trägt es vom Pol aus am Lineal hin auf. So sticht man den Projectionspunkt ein, ohne irgend eine Hilfslinie. Es ist dabei zu achten, dass man mit der Nadelspitze des Zirkels dicht am Lineal hinabsticht. Fühlt man sich darin unsicher, so kann man eine feine Linie Pφ ziehen und daran 5 tg ϱ auftragen. Ist der Pol P durch starkes Einstechen beschädigt oder 5 tg ϱ sehr gross, so empfiehlt es sich 5 tg ϱ — 5 vom Grundkreis aus nach aussen oder innen aufzutragen.

Hat man die genannten gnomonischen Netze nicht, so verfährt man folgendermassen: Man zieht um den Pol P einen Kreis vom Radius 5 cm (Grundkreis) und einen Hilfskreis vom Radius 10 cm. Durch P legt man eine horizontale Gerade, den Meridian 0°, 180° und eine Senkrechte dazu, den Meridian 90°, 270°. Von den Durchschnittspunkten der zwei Senkrechten mit dem 10 cm-Kreis aus trägt man die Winkel φ resp. deren Differenzen gegen 0°, 90°, 180°, 270°, die 45° nicht übersteigen, mit Hilfe der Sehne auf, deren Länge man in der Sehnentabelle nachsieht und an einem guten Maassstab absticht. Im Übrigen verfährt man wie oben.

Anmerkung. In der Publication über krumme Flächen (Zeitschr. f. Kryst. 1896. 26. 10) wurde empfohlen, die charakteristischen Punkte auf quadrirtem Papier aus ihren rechtwinkligen Coordinaten $x = \sin \varphi \operatorname{tg} \varrho$ und $y = \cos \varphi \operatorname{tang} \varrho$, durch Abzählen und Einstechen aufzutragen. Dies Verfahren ist gut, doch kostet die Ausrechnung der xy Zeit, was bei der grossen Zahl der Punkte ins Gewicht fällt. Das obige Auftragen aus φ und 5 tg ϱ (Polar-Coordinaten) ist bei sorgfältiger Arbeit ebenso genau und rascher wegen Entfallens der Rechnung. Ist einer in den Händen weniger geschickt, aber ein flinker Rechner, so ist eventuell das Ausrechnen der xy und Abzählen auf quadrirten Papier für ihn vorzuziehen.

Ausziehen der Züge im Projectionsbild. Die eingetragenen Punkte verbindet man auf Grund der Skizze. Es empfiehlt sich aber, das so gefertigte Bild mit dem Reflex zu vergleichen und nachträglich am Goniometer die Züge nach Verlauf und Lichtstärke der Beobachtung möglichst ähnlich zu machen.

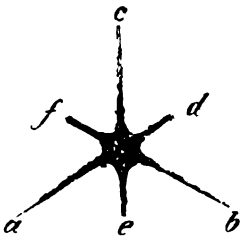


Fig. 1.

Das Zeichnen des **Oberflächenbildes** der Ätzfiguren geschah nach dem Aussehen unter dem Mikroskop zum Vergleich der Eigenart der Oberfläche mit den Reflexbildern. Die Ätzgruben sind Vertiefungen in der geätzten Fläche. Sie sind begrenzt von einspringenden Flächen. Das Projectionsbild ist deshalb umgekehrt, d. h. so, als ob das Raumgebilde der unteren Krystallhälfte angehörte.

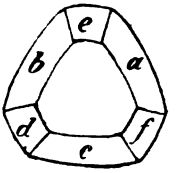


Fig. 2.

Digitized by Google

Das Projectionsbild einer Fläche rechts verläuft links und umgekehrt. Beisp. Fig. 1. Darin entsprechen die Lichtzüge a b c d e f den Flächen a b c d e f des Ätzgrübchens Fig. 2.

Discussion der Projectionsbilder.

Zur Verständigung ist die Einführung einiger Begriffe nöthig. Bei näherer Betrachtung der Projectionsbilder finden wir 3 Arten von Zügen:

1. Gerade Zonenzüge.
2. Abgelenkte Züge, meist gekrümmt.
3. Grenzbögen.

Ausserdem sind im Bild von Interesse:

4. Knotenpunkte im Schnitt mehrerer Züge.
5. Lichtfelder.

Die wichtigsten dieser Gebilde sind uns Knotenpunkte und Zonenzüge.

ad 1. Zonenzüge (wir sagen kurz Zonenzüge statt gerade Zonenzüge) sind gerade Linien im Bild, entsprechend einer cylindrischen Krümmung. Sie sind charakterisirt durch Richtung, Länge, Schärfe und Lichtstärke.

Die Richtung ist definirt durch die beiden Knoten, zwischen denen die Zone sich spannt. Der eine Knoten ist die geätzte Fläche selbst, der andere eine wichtige andere Fläche, ein primärer oder abgeleiteter Knoten des Formensystems. Das ist eine wichtige Eigenschaft. Die Züge zeigen den Weg zu den Hauptknoten und sind dadurch ein Mittel, diese zu finden.

Die Länge hängt ab vom Maximum der Neigung gegen den Anfangsknoten. Entweder schneiden diese Züge scharf ab, oder sie verlaufen, schwächer oder stärker werdend, in den anderen Endknoten des Zugs. Die Länge des Zonenstücks ist im speciellen Fall nach den gleichwerthigen Richtungen annähernd, aber nicht ganz gleich. Im Gesammt-Ätzbild erscheint die Symmetrie, d. h. die gleiche Ausbildung der gleichwerthigen Stücke, vollkommener.

Abreissen des Zugs entspricht einem Maximum der Neigung gegen den Anfangsknoten, bevor der äussere Knoten erreicht wird. Es kann auf 2 Arten zu Stande kommen:

Digitized by Google

1. Ohne Umkehrung (Wendepunkt) der Grenzcurve (Fig. 3). Das Maximum der Neigung liegt am oberen Rand der krummen Fläche (scharfe Kante).

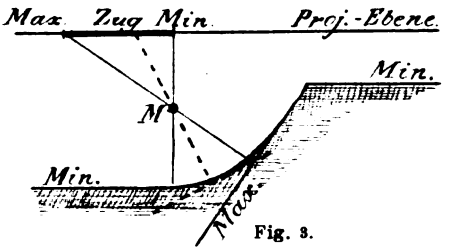


Fig. 3.

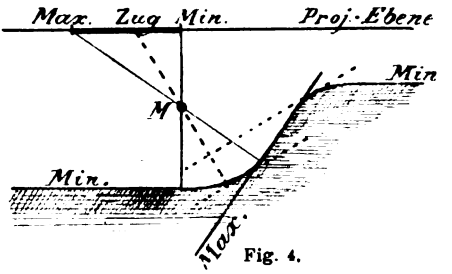


Fig. 4.

2. Mit Umkehrung (Wendepunkt) der Grenzcurve (Fig. 4). Das Maximum der Neigung liegt unterhalb des oberen Randes. Die Flächenstücke über und unter dem Maximum haben schwächere Neigung (gerundete Kante).

Verlaufen in den nächsten Knoten ist bei den Randfiguren üblich, kommt aber auch bei den Grübchen vor.

ad 2. Abgelenkte Züge sind solche, die der Richtung von Knoten zu Knoten nur genähert folgen. Sie entsprechen, wenn sie nicht geradlinig sind, einer doppelten Krümmung der Fläche. Als Ursache der Ablenkung erscheinen benachbarte Knoten oder vorbeistreichende Zonen. Wir fanden die gleiche Erscheinung bei den beim Wachsen der Krystalle entstandenen krummen Flächen (Übergangsflächen [1]).

Die abgelenkten Züge sind dadurch von Interesse, dass man die Zone erkennt, die ihnen die wesentliche Richtung giebt, andererseits sieht, wohin sie abgelenkt sind. Sie liefern ein Mittel, Ort und Wirkungsweise der ablenkenden Kraft zu studiren. Die Ablenkung ist an den gleichwerthigen Stellen entsprechend, aber im speciellen Fall nicht genau gleich. Im Gesammtbild der Ätzung zeigt sich genauer die durch Gleichwerthigkeit erzeugte Symmetrie. Abgelenkte Züge bilden oft die Grenze eines Lichtfeldes, das andererseits zur Grenze einen Zonenzug und einen Grenzbogen hat. Auch die Bohrung der Ätzfiguren dürfte ablenkend auf die Züge wirken.

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **26**. 1 ff.

Digitized by Google

Lichtstärke. Gerade, wie abgelenkte Zonenzüge, verlaufen entweder mit allmählich abnehmendem Licht, oder sie verstärken sich beim Abreissen am Ende. Solche Verstärkung entspricht einer Bevorzugung durch Glätte oder Ausdehnung des der Maximalneigung am oberen Rand oder bei der Umkehr zugehörigen Flächenstücks.

Lichtfelder (Lichtflecke) entsprechen einer Fläche von doppelter Krümmung in den kleinsten Theilchen. Die Lichtflecke verlaufen stetig, wenn auch mit ungleichmässiger Lichtstärke. Sie geben eine Aufhellung des Gebietes entweder ohne scharfe Abgrenzung, oder begrenzt durch Zonenstücke und Grenzbögen.

Grenzbögen. Lichtflecke umgeben gern die Knotenpunkte, besonders auch den Projectionspunkt der geätzten Fläche. Sie erfüllen oft den Raum zwischen 2 im Punkt der geätzten Fläche sich schneidenden Zonenstücke, von denen eines (oder beide) oft abgelenkt ist. Eine Abgrenzung solchen Winkelraums nach aussen durch eine lichtstärkere Linie wollen wir Grenzbogen nennen.

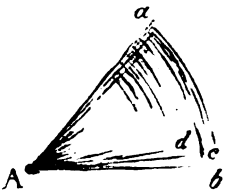


Fig. 5.

Grenzbögen verlaufen vom Endpunkt eines Zonen stückes nach einem anderen hin. Sie bezeichnen den Verlauf der Maximalneigung im Zwischenraum. Oft finden wir den Winkelraum erfüllt mit um den Knoten concentrischen Lichtbögen. Das kommt daher, dass unser Lichtbild das Gesammtbild mehrerer Ätzgrübchen von verschiedener Maximalneigung ist (Fig. 5).

Grenzstrahl wollen wir eine vom Knoten aus radial verlaufende Abgrenzung eines Lichtfleckes nennen. Ist das begrenzende Zonenstück, z. B. *Ab* (Fig. 5) ein abgelenktes, so finden wir im Lichtbild oft mehrere Grenzstrahlen nebeneinander (*Ab*, *Ac*, *Ad*, Fig. 5), herrührend vom Wechsel der Grenzstrahlen (verschieden starke Ablenkung) bei mehreren zusammenspiegelnden Grübchen.

Das Vorrücken der Grenzbögen und Grenzstrahlen zeigt einen Wechsel im Neigungs- und Ablenkungsmaximum der verschiedenen Grübchen einer geätzten Fläche. Diese Maximallinien rücken auch verschieden weit vor bei Ätzung an

Digitized by Google

verschiedenen Krystallen und in den symmetrischen (gleichwerthigen) Feldern desselben Krystalls.

Gesammtbild der Ätzung. Ätzformensystem. Tragen wir die mit den verschiedenen Lösungsmitteln auf den verschiedenen Flächen erhaltenen Ätzbilder (Projectionsbilder der Ätzung) alle gleich orientirt aufeinander, so ergiebt sich ein Gesammtbild, in dem alles vereinigt ist, was die Ätzung bei der betreffenden Krystallart hervorbringt, soweit unsere Beobachtung reicht. Bei solchem Zusammentragen zu einem Gesammtbild ergänzt und verstärkt sich das Wesentliche, das Nebensächliche und Zufällige tritt zurück.

Gesammtbild der typischen Formen. Formensystem. Durch Zusammentragen aller beobachteten typischen Formen erhielten wir ein Bild des Formensystems einer Krystallart, das zeigte, welche Formen als Wachsthumsabschluss die Krystallart, soweit unsere Erfahrung reicht, unter den wechselnden Verhältnissen hervorbringt. Dies Gesammtbild nahmen wir als Unterlage zur Untersuchung der Entwickelung der Formen und suchten nachzuweisen, dass solche Discussion berechtigt sei[1].

Ätzformensystem und Formensystem. Hier haben wir ein analoges Zusammentragen aller beobachteten Züge der Ätzung. Diese Ätzfiguren bilden zusammen ein System von Zügen, ein Ätzformensystem.

Stellen wir für den Calcit das gnomonische Bild des Ätzformensystems und das des Formensystems[2] nebeneinander (Taf. XXXIII und XXXIV Fig. 20—22 und 23), so sehen wir, dass der Ort der Hauptknoten und der Verlauf der Zonen sich deckt. **Beide geben das gleiche Gesammtbild.** Es decken sich für Calcit, soweit unsere Erfahrung reicht, wahrscheinlich auch für die anderen Krystallarten, das Formensystem und das Ätzformensystem. Das ist ein wichtiges Resultat, das wir näher zu besprechen haben.

Partielle Gesammtbilder. Wir können alle gemessenen Ätzbilder auf einer bestimmten Flächenart mit einem bestimmten Ätzmittel aufeinander tragen, z. B. Calcit auf p. = +1

[1] Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28**. 6.

[2] Goldschmidt, Krystallographische Projectionsbilder. Berlin 1886. Taf. 3, 4 u. 19. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28**. Taf. 6.

Digitized by Google

mit Ameisensäure. Wir erhalten dann ein Gesammtbild der Ätzung auf der Spaltfläche p. mit Ameisensäure. Dann alle Ätzbilder der verschiedenen Ätzmittel auf einer bestimmten Flächenart, z. B. auf p. Calcit (Gesammtbild der Ätzung auf p. Calcit). Alle Ätzbilder eines Ätzmittels, z. B. Ameisensäure auf allen Flächenarten (Gesammtbild der Ätzung mit Ameisensäure). So erhalten wir partielle Gesammtbilder. Von Interesse sind auch die Gesammtbilder der Randfiguren für sich und vereinigt mit dem Gesammtbild der Ätzgrübchen. Je nach der Fragestellung ist als Unterlage der Discussion das eine oder das andere partielle Gesammtbild (Einzelbild, Gesammtbild) anzufertigen.

Die partiellen Gesammtbilder für die verschiedenen Lösungsmittel sind die Unterlage zum Studium des Einflusses eines bestimmten Lösungsmittels oder einer Gruppe von Lösungsmitteln, z. B. Säuren auf die verschiedenen Hauptflächen (Knoten). Ein Lösungsmittel bildet Züge vorwiegend nach dem einen, ein anderes nach anderen Knoten aus. Dies ungleiche Verhalten eröffnet die Aussicht auf ein Erkennen der chemischen Natur der verschiedenen Knoten.

Wir nehmen an, dass unter jedem Primärknoten in der Partikel ein bestimmtes Molecül (Gruppe oder Atom) sitzt[1]. Vielleicht ermöglicht der verschiedene Verlauf der Ätzbilder, zu finden, welcher Art dies sei. Becke[2] zog bereits derartige Schlüsse für Linneit und Pyrit aus der ungleichen Angreifbarkeit der verschiedenen Flächen durch Säuren und Alkalien. Das vorliegende Verfahren giebt weitere und, wie anzunehmen ist, wirksamere Mittel der Erkenntniss.

Die Ätzung der Calcite, Krystalle, Spaltstücke oder Kugeln wurde, wo nicht anders vermerkt, in folgender einfacher Weise gemacht. Die Stücke wurden in ein Kölbchen oder Becherglas mit dem kalten oder heissen Lösungsmittel gebracht und mit diesem bewegt. Bei manchen Versuchen wurden Kugeln in der Lösung durch ein Rührwerk bewegt.

Das Bewegen zeigte sich als nöthig, da sonst der Angriff ungleichmässig erfolgte und die aufsteigenden Strömchen von

---

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28**. 6 u. 432.

[2] Min.-petr. Mitth. 1885. **7**. 246; 1886. **8**. 315.

Digitized by Google

Lösungsmittel und entwickelter Kohlensäure Rinnen in die Oberfläche eingruben (Rieselung).

Nach einiger Zeit, bei starken Säuren nach wenigen Secunden, wurde der Krystall mit der Pincette herausgenommen, in Wasser abgeschwenkt und mit der Lupe angesehen. Wenn nöthig, wurde er wieder hineingethan und das wiederholt, bis die Ätzfiguren gut waren. Vorversuche mit werthlosen Spaltstückchen gaben ein Anhalten über Zeit und Verlauf, über passende Erwärmung und passende Concentration der Säure.

Lösungsmittel und Ätzfiguren. Ätzfigur bedeute hier, wie im Folgenden, die durch Ätzung eingegrabene Figur und zugleich deren Abbild im Reflex und in der Projection (Lichtfigur). Die Lichtfigur ist die Polarprojection der gekrümmten Flächen der Ätzgrübchen oder Ätzkugeln[1]. Jedes Lösungsmittel prägt der von ihm geätzten Fläche in der von ihm erzeugten Ätzfigur seinen Stempel auf. Dieser ist charakteristisch für das Lösungsmittel, so dass man an der Lichtfigur erkennen kann, mit was geätzt ist. Jedes Lösungsmittel schreibt seine Handschrift. Manche Lösungsmittel geben ähnliche, andere sehr verschiedene Bilder. So ist die Lichtfigur von Salpetersäure auf p. $= +1$ (Taf. XXV Fig. 4) ähnlich der von Salzsäure (Taf. XXVI Fig. 5), dagegen sehr verschieden von der der Essigsäure (Taf. XXVII Fig. 7).

Natürliche und künstliche Flächen gaben die gleichen Lichtfiguren, mochten die Flächen durch Schleifen oder (bei Fläche $+1$) durch Spalten hergestellt sein.

Beispiel. Taf. XXIV Fig. 1 zeigt natürliche Flächen $+1$ an einem Krystall von Cumberland, geätzt durch heisse Phosphorsäure. Fig. 2 eine Spaltfläche, ebenso behandelt. Die Lichtfiguren sind im Wesentlichen gleich.

Diese Thatsache ist praktisch wichtig, indem sie die Anwendbarkeit der Untersuchung durch Ätzung verallgemeinert und erweitert. Man kann durch Ätzung natürliche Flächen ebenso untersuchen wie angeschliffene oder angespaltene, die Resultate als gleichwerthig ansehen und gemeinsam discutiren.

Theoretisch wichtig erscheint diese Thatsache durch folgende Betrachtung:

---

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1896. **26**. 3.

Digitized by Google

Die Partikel der angeschliffenen Fläche sind randständig[1] geworden; es sind ihnen die Nachbarn senkrecht zur Fläche einseitig entzogen worden. Die Partikelkräfte senkrecht zur Fläche sind nun frei und ungesättigt und zur Attraction von Theilchen aus der umgebenden Lauge oder dem Lösungsmittel geeignet.

Der Unterschied zwischen natürlichen und künstlichen Flächen ist der, dass natürliche Flächen sich nur bilden senkrecht zu den Primärkräften und deren Abgeleiteten mit abnehmender Rangordnung und Wahrscheinlichkeit. Künstliche Flächen können in beliebiger Richtung angeschliffen werden, so dass senkrecht zu ihnen sich Einzelkräfte aus der Kraftsphäre der Partikel nicht ausscheiden, wenn nicht die Flächennormale in einfachem Ableitungsverhältniss zu den Primärkräften steht, d. h., wenn sie nicht eine krystallographisch einfache Fläche ist.

Schleife ich eine krystallographisch wahrscheinliche Fläche an, so functioniren die Partikel in dieser, als wäre die Fläche natürlich, d. h. durch Wachsen des Krystalls entstanden. Aus dem gleichen Verhalten bei der Ätzung schliessen wir, dass sich in diesem Fall in der Kraftsphäre der Partikel der Fläche eine Kraft senkrecht zur Fläche ausscheidet, wie wir eine solche bei Bildung dieser Fläche durch Wachsen annehmen.

Stärke und Temperatur des Lösungsmittels und **Dauer der Ätzung** sind von Einfluss auf die Ätzfiguren. Jedes Lösungsmittel hat bestimmte Bedingungen, unter denen es die besten Figuren giebt. In der Regel ist es am besten, ein Lösungsmittel heftig und kurz angreifen zu lassen. Welche Wärme und Dauer jedoch für ein Lösungsmittel lang und heftig ist, die kann für ein anderes kurz und schwach sein. Dabei können verschiedene Einflüsse einander vertreten. Geringere Stärke des Lösungsmittels kann durch höhere Temperatur und längere Dauer ersetzt werden. Jede Änderung der Bedingungen hat, merklich oder unmerklich, Einfluss auf die Figuren. Für jedes Lösungsmittel sind die **günstigsten Bedingungen** herauszufinden und für spätere Beobachter aufzuzeichnen. In dieser Beziehung sind unsere Beobachtungen nicht abschliessend durchgeführt.

---

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **29**. 39.

Digitized by Google

In den Grenzen der günstigsten Bedingungen, in denen beobachtet wurde, zeigten Differenzen in Temperatur, Dauer und Concentration nur secundären Einfluss auf die Figuren.

Beispiel. Fig. 2 Taf. XXIV zeigt Ätzung von Spaltflächen $+1$ mit der gleichen heissen Phosphorsäure durch 5 Secunden, wie Fig. 3 durch 8 Secunden. Das Bild ist etwas verändert, die Lichtlinien in Zone $[p \cdot a] = [+1 : \infty 0]$ sind in Fig. 3 stärker nach aussen, in Fig. 2 stärker nach innen. Der wesentliche Charakter der Figur ist aber geblieben.

Diese **Stabilität** ist wichtig. Sie vereinfacht die Versuche. Denn ohne besondere Vorsichtsmaassregeln könnte man nicht die Bedingungen bei verschiedenen Versuchen gleich erhalten. So werden die Resultate genügend gleichmässig für Zuverlässigkeit der Schlüsse, auch wenn ohne Vorsicht gearbeitet wird.

Dauert die Ätzung zu kurz, so werden die Figuren zu schwach. Dauert sie zu lang, so werden sie verwaschen und verschwinden. Ist das Lösungsmittel zu schwach, so werden Ätzfiguren überhaupt nicht erhalten. Man operirt so, dass man unter den festgesetzten günstigsten Bedingungen gute Figuren erhält, dann sind dieselben gleichartig, wenn sie auch in Einzelheiten variiren.

Mischung zweier Lösungsmittel zeigte entweder die Lichtfigur des einen der beiden oder Charaktere beider gemischt. Die Lichtfigur von Salpetersäure und Salzsäure (Taf. XXVI Fig. 6) ist von der der reinen Salpetersäure (Fig. 4 Taf. XXV) nicht zu unterscheiden. Dagegen zeigt Fig. 9 Taf. XXVIII die Charaktere von Ameisensäure und Essigsäure gemischt. Wir finden da den langgestreckten Zug in Zone $[+1 : -2]$ der Essigsäure (Fig. 7 Taf. XXVII) und dabei die eigenartigen scharfen elliptischen Lichtringe um den Punkt $+1$, die der Ameisensäure (Fig. 8 Taf. XXVII) eigenthümlich sind.

Es wäre von Interesse, zu untersuchen, ein wie grosser Gehalt eines Lösungsmittels, einem anderen beigemischt, sich in der Lichtfigur bemerkbar macht.

Bemerkungen zu den einzelnen Lichtbildern.

In den Taf. XXIV—XXXIV sind ausser den gemessenen Lichtzügen die Punkte der Hauptknoten des Calcits eingetragen

Digitized by Google

und zwar: p. $= +1$; $\varphi. = -2$; o $= 0$; $\delta. = -\frac{1}{2}$; m. $= +4$; K: $= +41$. Die Prismen a $= \infty 0$ und b $= \infty$ sind in ihren Richtungen kenntlich.

Einzelbilder und Gesammtbilder. Taf. XXIV—XXXIX Fig. 1—11 zeigen Ätzungen auf p. $= +1$; Taf. XXIX—XXXI Fig. 12—15 auf $\varphi. = -2$, Taf. XXXI Fig. 16 auf o $= 0$, Taf. XXXII Fig. 17 auf a $= \infty 0$, Taf. XXXII Fig. 18 auf b $= \infty$. Jedes dieser Einzelbilder bietet für sich manches Interessante. Verständlicher jedoch wird es als Theil eines Gesammtbildes.

Gesammtbilder wurden hier 4 wiedergegeben: Taf. XXXIII Fig. 20 fasst die Ätzung mit Phosphorsäure auf den Flächen $+1$, -2, 0 in ein Bild zusammen. Taf. XXXIII Fig. 21 vereinigt die Lichtbilder der Ätzung mit den verschiedenen Lösungsmitteln auf $+1$, -2 und 0.

Im Rahmen dieser Gesammtbilder werden die Einzelbilder verständlicher. Das ist erklärlich. Denn die Lichtbilder stellen die Wirkung von Knoten zu Knoten dar. Zwei benachbarte geben einen Zug in der Zonenrichtung, ein dritter kann Ablenkung des Zuges bringen. Es zeigt aber das Einzelbild nur die Züge von einem Knoten ausgehend, nach dem andern hin sich verlierend. Das Gesammtbild zeigt Wirkung und Gegenwirkung von beiden ausgehend.

Gesammtbild aus mehreren Lösungsmitteln. Jedes Lösungsmittel beschreibt in seiner Lichtfigur das Zusammenwirken der Primärknoten unter gewissen Bedingungen; ein anderes Lösungsmittel beschreibt in seiner Lichtfigur das Zusammenwirken derselben Primärknoten unter anderen Bedingungen. Die Vereinigung beider und noch mehrerer solcher Bilder in eines beschreibt das Zusammenwirken der Primärknoten der Krystallart unter wechselnden Bedingungen. Dabei treten die Primärknoten und das Allgemeine in dieser Wirkung hervor. Das specifisch Eigenthümliche des einzelnen Lösungsmittels tritt zurück und wir erfahren, was der Lösung allgemein eigenthümlich ist. Darin liegt zugleich die Berechtigung dieser Gesammtbilder als Unterlage zu Schlüssen über den Lösungsprocess und ihr hoher Werth.

Analogon. Gesammtbild der Formen einer Krystallart. Die Vereinigung aller an einer Krystallart beobachteten typischen Formen nennen wir das Formensystem der

Digitized by Google

Krystallart. Es zeigt, welche Formen die Krystallart unter wechselnden äusseren Bedingungen hervorgebracht hat. Alle Formen sind der Ausfluss der Entwickelung aus den Primärknoten nach den Gesetzen dieser Entwickelung und wir können die Gesetze dieser Entwickelung im Gesammtbild studiren, indem die Eigenthümlichkeit des speciellen Falls, der einzelnen Combination zurücktritt[1].

Gesammtbild aus den Vicinalflächen (Wachsthums-Figuren). Wir wollen an anderer Stelle den Nachweis versuchen, dass auch ein Gesammtbild aus den Vicinalflächen (Wachsthums-Figuren) einer Krystallart zu den analogen allgemeinen Schlüssen führt.

Unsere Gesammtbilder sind unvollständig. Es fehlen in Fig. 20 und 21 die wichtigen Knoten $\infty 0$ und ∞, die Prismen, mit ihren Lichtzügen. Sie wurden weggelassen, weil die Prismenpunkte in gnomonischer Projection im Unendlichen liegen, die Gebilde in ihrer Umgebung zu sehr verzerrt erscheinen und zu weit hinausgerückt sind.

Hier macht sich eine Eigenschaft der gnomonischen Projection ungünstig bemerkbar. Es hat aber diese Projection so viele Vorzüge, dass sie trotzdem die beste Unterlage für unsere Betrachtungen bildet. Einen theilweisen Ersatz soll die **Winkelprojection** geben, über die in der Zeitschr. f. Kryst. 1902. **36**. 388 ff. berichtet wurde. In solcher Projection sollen noch Lichtfiguren, besonders Gesammtbilder, ausgeführt werden. Deren beabsichtigte Herstellung war ein wesentlicher Grund für die Einführung der Winkelprojection in die Krystallographie.

Unsere Gesammtbilder Fig. 20—22 zeigen, auf die Basis projicirt, das Ätzformensystem des Calcits im Gebiet um den Pol bis über $+4$ hinaus. Dies Gebiet reicht aus, um die principiellen Fragen zu übersehen und zu discutiren, auch sind die veröffentlichten Projectionsbilder der Gesammtformen des Calcits[2], die zum Vergleich heranzuziehen sind, auf die gleiche Weise projicirt.

[1] Vergl. Zeitschr. f. Kryst. 1897. **28**. 6.

[2] Goldschmidt, Krystallographische Projectionsbilder. Berlin 1886. Taf. 3, 4 und 19.

Digitized by Google

Diese Projectionsbilder auf die Basis haben noch den Vortheil, dass die gleichwerthigen Punkte auf dem Bild symmetrisch vertheilt 3 oder 6 Mal wiederkehren. Dadurch zeigt sich übersichtlich, was allen gleichwerthigen Punkten gemeinsam und was durch secundäre, locale Einflüsse alterirt ist.

Taf. XXXIV Fig. 22 giebt das Gesammtbild der Lichtfiguren auf einer durch Phosphorsäure geätzten **Kugel**. Die Übereinstimmung mit den aus der Ätzung der Einzelflächen zusammengetragenen Bildern Taf. XXXIII Fig. 20 u. 21 ist augenfällig Es ist danach für die wesentlichen Schlüsse gleichgültig, ob wir die Hauptflächen einer Krystallart ätzen, mögen diese Flächen natürlich oder künstlich sein, und die Lichtfiguren in ein Bild zusammentragen, oder ob wir eine Kugel davon ätzen und deren Lichtbild aufnehmen.

Der Unterschied zwischen beiden Bildern ist der: Bei der Kugel kommt deren Krümmung in Betracht, die das Abfliessen der Reactionsströme anders gestaltet als bei den ebenen Flächen. Ist die Kugel genügend gross, so ist dieser Einfluss schwach. Bei kleinen Kugeln dürfte er merklich sein und, gehen die Kugeln unter ein gewisses Maass, so rücken die Pole der Hauptflächen, die Orte der Ätzfiguren so dicht zusammen, dass sie einander stören.

Kugeln sind daher anzuwenden, wo man sie genügend gross und fehlerfrei erhalten kann. Wo dies nicht der Fall ist, führt das Ätzen der Flächen zu dem gleichen Resultat. Die Ätzung ist auf den Hauptflächen (Primärflächen) vorzunehmen. Diese sind bei den Krystallen meist und am grössten ausgebildet. Wo sie fehlen oder schlecht ausgebildet sind, kann man sie anschleifen.

Kugeln haben den Vorzug, dass sich bei ihnen die Hauptknoten durch die Ätzung von selbst melden, während man sie bei den Flächen erst kennen oder ausprobiren muss. Immerhin wird man meist Flächen zu ätzen haben, weil zur Herstellung der Kugeln nicht jedes Material geeignet ist. Für die Lösung der wichtigsten principiellen Fragen dagegen ist die Durchführung der Versuche an Kugeln einzelner Krystallarten am fruchtbarsten.

Fig. 19 Taf. XXXII zeigt die Lichtfigur der **natürlichen Ätzung** eines grossen Calcitkrystalls (4 : 4 : 4 cm) von Ouray

Digitized by Google

(Colorado) auf den Flächen 0, +1, −2, +4, ∞0. Ein Gesammtbild. Eine Fläche +1 wurde polar gestellt, um auch die Prismenzone ins Bild zu bekommen. Das lehrreiche Bild ist weniger leicht verständlich als die Projection auf die Basis, weil die dreiseitige Symmetrie fehlt.

Oberflächenbilder und Lichtbilder der Ätzfiguren. Es ist von Interesse, die unter dem Mikroskop gezeichneten Oberflächenbilder der Ätzgrübchen mit den Lichtfiguren zu vergleichen. Stark gerundete Grübchen zeigen wesentliche Grenzbögen und schwächere Zonenlinien, z. B. Fig. 1 und 2 Taf. XXIV (Phosphorsäure). Eine conische Bohrung würde eine scharfe Grenzlinie liefern, Bohrung in Form einer runden Schüssel (Kugelcalotte) gäbe ein helles Feld von einer Grenzlinie abgeschlossen. Sind nur Zonenlinien im Lichtbild zu sehen, so entspricht das einem Grübchen mit nahezu geradlinigen Rändern und cylindrischer Krümmung seiner Wände, z. B. Fig. 5 Taf. XXVI (Salzsäure).

Beim Studium der Einordnung der einzelnen Lichtfiguren in das Gesammtbild sieht man, wie die Zonenstücke sich zum Gesammtbild der Formenentwickelung vereinigen, die Grenzbögen im Lichtbild der geätzten Kugel zu Feldgrenzen werden.

Specielle Bemerkungen zu den einzelnen Bildern.

Fig. 1, 2, 3 Ätzung mit heisser 25procentischer **Phosphorsäure**. Die bei den übrigen Versuchen angewandte Phosphorsäure war von der gleichen Stärke. Wir finden unter dem Mikroskop oder der Lupe stark gerundete Grübchen (Fig. 1 a, 1 b) mit oder ohne flache Basis. In der Lichtfigur Zonenlinien nach +1, ∞0; schwach nach −2 und 0. Die Zonenstücke verbunden durch Grenzbögen. In Fig. 3 (längere Ätzung, 8 Secunden) sind die Zonenstücke nach ∞0 länger, die Grenzbögen treten zurück; wir haben schärfere Stylisirung.

Fig. 4 Taf. XXV. **Salpetersäure** zeigt eine wesentlich dreistrahlige Lichtfigur. Ein Strahl nach 0 gerichtet, kurz und scharf, gegabelt durch seitliche Ansätze, die sich der Richtung nach +1 anschliessen. Die beiden anderen Strahlen in Richtung nach ∞0, jedoch nach −2 hin abgelenkt; fast in Richtung nach ∞ fallend. In Richtung dieser Ablenkung

Digitized by Google

Grenzstrahlen und Grenzbögen. Das zugehörige Oberflächenbild des Grübchens zeigt Fig. 4a, 4b.

Taf. XXVI Fig. 5. **Salzsäure** zeigt ziemlich rein dreistrahlige Lichtfigur. Ein Strahl nach 0, die anderen beiden nach ∞. Das Zonenstück nach ∞ dürfte als Resultante zwischen die Richtungen nach $\infty 0$ und nach -2 anzusehen sein. Darauf deutet der Umstand, dass in den Gesammtbildern, sowie im Bild des Formensystems des Calcits (Taf. XXXIV Fig. 23) die Zone $+1 : \infty$ eine untergeordnete Rolle spielt.

Grenzstrahlen vom Schwanken der Richtung der Zonenstücke herrührend, sind vorhanden, aber von geringer Streuung. Grenzbögen fehlen. Das trifft zusammen mit der ziemlich geradlinig dreieckigen Begrenzung der Grübchen (Fig. 5a).

Taf. XXVI Fig. 6. **Salpetersäure + Salzsäure.** Die Lichtfigur ist fast gleich der Taf. XXV Fig. 4 (Salpetersäure). Doch sind die Linien von Fig. 5 (Salzsäure) in Fig. 6 auch enthalten, indem sie sich mit solchen der Fig. 4 decken. Überhaupt ist die Ähnlichkeit der Lichtfigur von Salpetersäure und Salzsäure beachtenswerth. Das zugehörige Ätzgrübchen Fig. 6a ist 4a, 4b und 5a ähnlich.

Taf. XXVII Fig. 7. **Essigsäure.** Die Lichtfigur zeigt durchaus anderen Charakter als Fig. 1—6. Sie bildet einen langgestreckten, bei $+1$ etwas linsenförmig ausgebauchten Lichtzug in Zone nach -2. Darin kurze, lichtstärkere Zonenstücke ungefähr in Zone nach $+1$ und $\infty 0$, jedoch abgelenkt, in Richtung des Hauptzugs nach -2. Das zugehörige Grübchen Fig. 7a ist, entsprechend der Lichtfigur, lang gestreckt.

Taf. XXVI Fig. 8. **Ameisensäure** (heiss 5 Secunden) zeigt lichtschwache Züge nach -2 und $\infty 0$, beide gegenseitig etwas abgelenkt. Ausserdem um $+1$ einen scharfen lichtstarken elliptischen Ring innen (nach 0) geschlossen, nach aussen offen. Dieser ist für Ameisensäure charakteristisch. Das Grübchen Fig. 8 lang gestreckt.

Taf. XXVIII Fig. 9. **Essigsäure + Ameisensäure** zeigt die Charaktere von Fig. 7 und 8 vereinigt. Den langen Zug nach -2 der Essigsäure, und um $+1$ den elliptischen Ring der Ameisensäure, sowie die kurzen Zonenstücke nach $+1$ und $\infty 0$.

Digitized by Google

Taf. XXVIII Fig. 10. **Citronensäure.** Die Lichtfigur ist ähnlich Phosphorsäure und Salpetersäure.

Taf. XXIX Fig. 11. **Natürliche Ätzung** eines Krystalls von Island zeigt scharfe, gerade Züge nach $+1$, -2, ∞, 0.

Ätzungen auf $\varphi. = -2.$

Taf. XXIX Fig. 12. **Phosphorsäure** (heiss) zeigt Lichtzüge nach $+1$ und nach $\infty 0$. Die Züge nach $+1$ abgelenkt nach 0 hin. Diese Ablenkung dürfte zusammenhängen mit dem Verlauf der hier starken Grenzbögen. Solchen Zusammenhang zwischen Ablenkung und Grenzbögen beobachteten wir auch bei anderen Lichtfiguren. Ihre Bedeutung ist näher zu untersuchen. Es ist ein Conflict zwischen Bohrung und Stylisirung, dem ja die Ätzfiguren überhaupt ihre Eigenart verdanken.

Die grosse Ausdehnung der Lichtfigur, so besonders der auffallenden Lichtbögen gegenüber den Figuren auf $+1$ liegt wesentlich in der Art der Projection, die nach aussen, gegen die Prismen hin, stark vergrössert.

Taf. XXX Fig. 13. **Essigsäure** zeigt scharf die Lichtzüge nach $+1$ und $\infty 0$, die ein schiefes Kreuz bilden. Grenzbögen fehlen fast ganz. Die Lichtzüge nach $+1$ wieder gegen 0 hin abgelenkt. Hier, wie bei Phosphorsäure und Ameisensäure in gleicher Weise sich von der Geraden nach $+1$ entfernend. Die Ablenkung gerade an dieser Stelle dürfte etwas Allgemeines sein. Ihr Zusammenhang mit den übrigen Theilen des Gesammtbildes ist in der Lichtfigur der geätzten Kugeln (Taf. XXXIV Fig. 22) zu ersehen.

Taf. XXX Fig. 14 und 15. **Ameisensäure.** Ähnlich Fig. 12 und 13. Die beiden Figuren wurden reproducirt als Beispiel der Variation des Unwesentlichen und Wiederkehr des Wesentlichen.

Auffallend ist die Constanz der Züge bei allen Ätzungen auf -2. Stets dasselbe schiefe Kreuz in Zone a . φ . p . φ . a $= \infty 0 . -2 . +1 . -2 . \infty 0$. Der Grund für diese Stabilität liegt darin, dass diese Zone gerade die Hauptknoten des Calcits enthält und andere ablenkende Knoten nicht in der Nähe sind.

Digitized by Google

Ätzung auf 0 = 0.

Taf. XXXI Fig. 16. Angeschliffene Basis mit **Phosphorsäure** geätzt. Das Lichtbild zeigt Grenzcurven, die nahezu einen Kreis bilden. Darin stärkere Zonenzüge nach $+1$, schwächere nach -2. Das Bild entspricht einem rundlichen Grübchen, bei dem die Bohrung (Grenzcurven) mehr hervortritt als die Stylisirung (Zonenzüge).

Ätzung auf a = ∞0.

Taf. XXXII Fig. 17. Ätzung mit heisser **Phosphorsäure**. Im Bild ist, wie bei der Messung, die geätzte Fläche $a = \infty 0$ polar gestellt. Wir beobachten (ähnlich wie bei Fig. 16) Grenzcurven, die nahezu einen Kreis bilden. Darin und etwas darüber hinausgehend Zonenzüge nach $+1$, -2, ∞.

Ätzung auf b = ∞.

Taf. XXXII Fig. 18 mit **Phosphorsäure**. In Bild und Messung eine $+1$-Fläche polargestellt. Die Lichtfigur zeigt Zonenzüge nach $\infty 0$ (Prismenzone) und nach dem benachbarten $+1$. Letzterer gegabelt durch Ablenkung nach den beiden entfernteren $+1$ und -2. Auffallend ist das Fehlen der Verlängerung des nach p. $= +1$ gehenden Lichtzugs rückwärts nach dem benachbarten $\varphi. = -2$. Dies ist um so auffallender, als φ. dem b näher liegt als p. Es ist $bp. = 45^0\,23'$, $b\varphi. = 26^0\,52'$.

Gesammtbilder.

Taf. XXXIII Fig. 20 zeigt die Lichtfiguren aller mit **Phosphorsäure** ausgeführten Ätzungen auf $+1$, -2, 0. Die Ätzungen auf $\infty 0$ und ∞ wurden weggelassen, weil bei gnomonischer Projection die Punkte $\infty 0$ und ∞ im Unendlichen liegen. Dasselbe gilt von Fig. 21. Die Lichtzüge in Umgebung der Prismen sind bei deren Einzelbildern ersichtlich.

Taf. XXXIII Fig. 21 zeigt die Lichtfiguren aller unserer Ätzungen mit **verschiedenen Lösungsmitteln** auf $+1$, -2, 0.

Taf. XXXIV Fig. 22 zeigt die Lichtfigur einer mit Phosphorsäure geätzten **Kugel**. In diesem Bild sehen wir alle wesentlichen Züge von Fig. 20 und 21 wiederkehren. Als Hauptknoten treten die Punkte $+1$, -2, 0 hervor. Zwischen diesen spannen sich die Lichtbögen in den Hauptzonen mit

Digitized by Google

den gleichen Ablenkungen wie in Fig. 20 und 21. Auch die Grenzbögen erscheinen wieder. Ausserdem aber sehen wir Grenzen zwischen glänzenden und matten Gebieten der Kugel. Wir wollen diese Gebiete **Felder**, die Grenzlinien derselben **Feldgrenzen** nennen.

Aus der Ähnlichkeit oder vielmehr Gleichheit in den Hauptzügen der Fig. 20, 21, 22 schliessen wir, dass wir ein Gesammtbild der Lichtfiguren einer Krystallart ebensowohl durch Ätzung einer Kugel erhalten können, als durch Ätzung einer Anzahl passend gewählter Flächen, natürlicher oder angeschliffener.

An der geätzten Kugel bemerken wir ferner, dass Ätzfiguren nur an gewissen Stellen der Kugel auftreten, den Orten der Hauptknoten der Formenentwickelung und auf gewissen grössten Kreisen, den Hauptzonen der Formenentwickelung. Bei Besprechung der geätzten Kugeln und der Lösungskörper kommen wir hierauf zurück.

Taf. XXXIV Fig. 23. Das **Punktbild der Calcitformen** ist ein verkleinerter Abdruck von Taf. 4 der krystallographischen Projectionsbilder, ergänzt durch spätere Beobachtungen, soweit diese in den krystallographischen Winkeltabellen[2] aufgenommen sind.

Ein Vergleich von Fig. 20, 21, 22 mit 23 zeigt die Übereinstimmung aller dieser Bilder. Dieselben Knoten, dieselben Zonen. Wir können sagen:

1. **Die Entwickelung der Ätzformen** strahlt von denselben Knoten aus und verläuft in denselben Zonen, wie die Entwickelung der typischen Flächen.

2. Die **Lichtfiguren** gestatten, ebenso wie das System der typischen Formen, die Primärknoten und die Hauptzonen abzulesen. Sind aber diese bekannt, so haben wir auch die Anlage und die Elemente der Krystallart und die Entwickelung des Formensystems, denn die typischen Flächen ordnen sich in den Zonen nach dem Gesetz der Complication.

Die Auffindung der Primärknoten und Hauptzonen ist eine der wichtigsten Aufgaben der Krystallmessung. Sie ist durch die Lichtbilder der Ätzfiguren ausführbar auch da,

[1] Goldschmidt, Krystallogr. Projectionsbilder. Berlin. Springer. 1886.
[2] Goldschmidt, Krystallogr. Winkeltabellen. Berlin. Springer. 1897.

Digitized by Google

wo es an typischen Formen fehlt. Diese Eigenschaft giebt den Ätzfiguren und ihren Lichtbildern eine weit höhere Bedeutung, als sie bisher besassen. Wir werden aber sehen, dass wir noch weit mehr durch sie erfahren, dass sie uns manchen Aufschluss geben über das Wesen des Lösungsprozesses und andere krystallogenetische Verhältnisse.

Taf. XXXII Fig. 19. **Natürliche Ätzung** auf den Flächen 0, $+1$, $+4$, -2, $\infty 0$ an einem grossen Krystall von Ouray (Colorado). **Gesammtbild.** Die Projection auf eine Fläche $+1$ macht das Bild nicht unmittelbar vergleichbar mit den andern Gesammtbildern. (Fig. 20, 21, 22.) Die Aufstellung wurde gewählt, um die Prismen $\infty 0$, ∞ ins Gesammtbild hereinzuziehen und die hier stark entwickelten und mit wohlgebildeten Ätzfiguren bedeckten Flächen $+4$ mehr nach der Mitte des Bildes zu bringen und weniger verzerrt erscheinen zu lassen.

Wir sehen in der Lichtfigur:

von 0 aus 3 Strahlen nach $+1$
von $+1$ Züge nach $\infty 0$, $+1$, 0. Letzterer Zug gegabelt durch Ablenkung nach $+1$
von -2 Züge nach $+1$, 0, $\infty 0$, $+4$
von $+4$ Züge nach $\infty 0$ und ein wenig mehr $+1$
von $\infty 0$ Züge nach $+4$ und $+1$

Wir finden, wie in all den anderen Bildern, die Hauptknoten und Hauptzonen des Calcits. Beachtenswerth ist die Rolle von $+4$ mit seinen Lichtzügen. Nach diesem Bild hat die Anwesenheit und grosse Ausdehnung von $+4$ auf den Verlauf der Züge Einfluss genommen. Nicht nur strahlen von $+4$ selbst starke Züge aus. Es scheint vielmehr, als ob von den Nachbarflächen $\infty 0$ und -2 nach $+4$ hingehende Züge verstärkt seien.

Einfluss der Combination auf die Lichtfigur des Gesammtbildes. Ist es gestattet, diese Beobachtung zu verallgemeinern, so kommen wir zu folgendem Schluss: Die Flächenbegrenzung eines Krystalls ist von Einfluss auf den Verlauf der Lichtfiguren. Dieser Einfluss ist secundär, insofern, als die Lichtzüge sich doch stets in den Hauptzonen spannen. Immerhin fällt das Gesammtbild anders aus, je nach Art und Grösse der ausgebildeten Flächen. Die Erklärung der Erscheinung dürfte folgende sein:

Digitized by Google

1. Ist eine Fläche gross ausgebildet, so erhalten die zu ihr senkrechten Partikelkräfte an der Oberfläche einen Vorzug, eine Verstärkung. Von der Kraftsphäre der in dieser Fläche sitzenden Partikel ist ein grösserer Theil von dieser Richtung resorbirt. Die Combination giebt ja ein Bild davon, in welcher Weise die randständigen Partikel sich differenzirt haben.

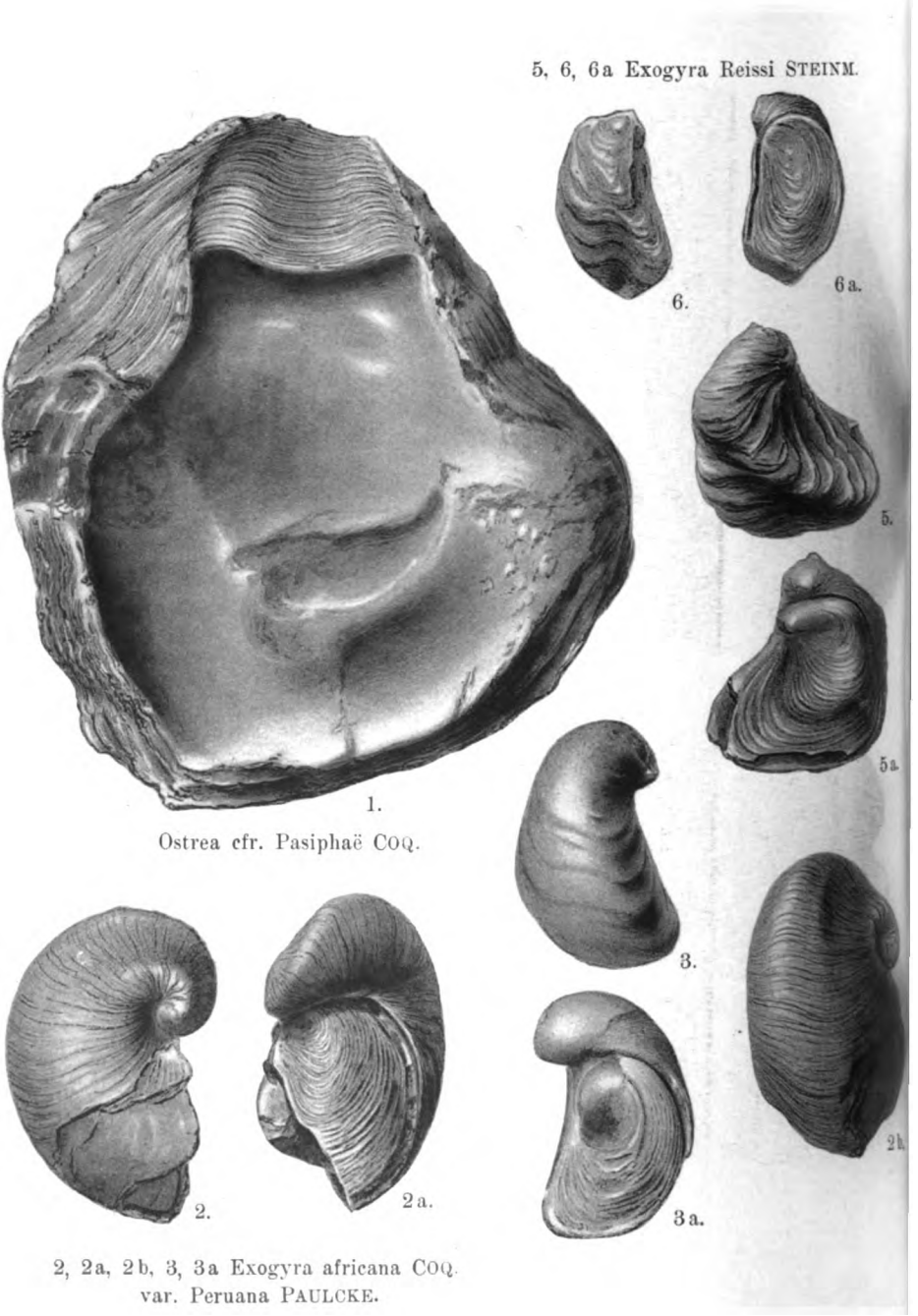
2. Der Lösungsstrom richtet sich nach Ausdehnung und Gestalt der Flächen. Er ist auf einer ausgedehnten Fläche anders als auf einer Kugel. Näheres über diesen Punkt enthält eine folgende Abhandlung.

3. Wir unterscheiden die Lichtfiguren von Ätzfiguren inmitten der Flächen von Randfiguren an der Grenze von zwei Flächen. Ist die Fläche ausgedehnt, so sind die Figuren im Feld wichtig, ist sie klein, so werden die Randfiguren wichtig und ihre Lichtfigur spielt eine grössere Rolle im Gesammtbild.

Dazu kommt die Art der Messung. Bei einer grossen Fläche wird man wesentlich in deren Mitte die Lichtfigur messen; bei einer kleinen Fläche wird man das Lichtbild von Mitte und Rand zugleich aufnehmen.

Digitized by Google

Digitized by Google



Ostrea cfr. Pasiphaë COQ.

2, 2a, 2b, 3, 3a Exogyra africana COQ. var. Peruana PAULCKE.

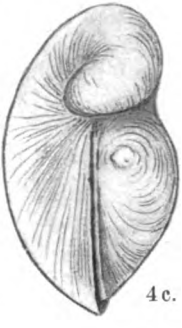
Digitized by Google

7 u. 8 Exogyra olisiponensis SHARPE
var. duplex STEINM.

7.

4 a.

4 b.



4 c.

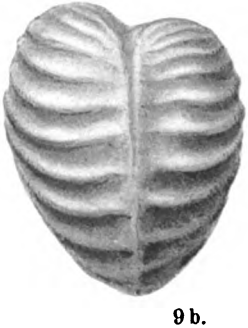
Exog. arietina RÖM.
var. diceratina STEINM.

9 a.

8.

4.

9.



9 b.

Trig. crenulata LAM.
var. Peruana PAULCKE.

ıation in Südamerika.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 1. Vergr. 1 : 100. Umrandung des Olivins durch secundäre weisse und grüne Hornblende.

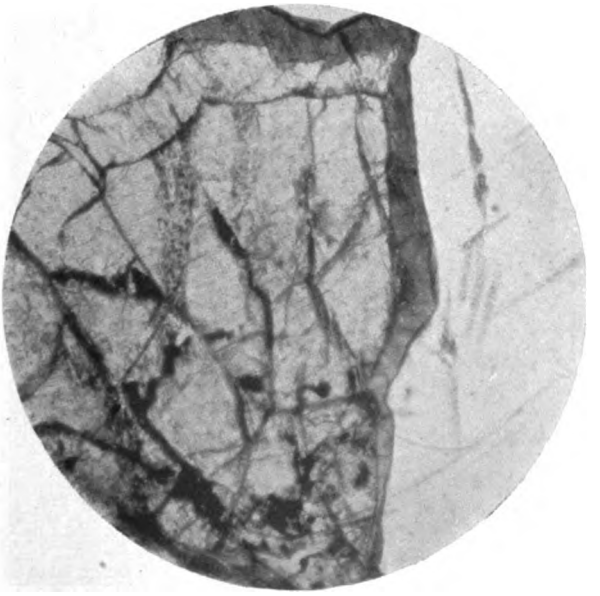


Fig. 2. Vergr. 1 : 100. Braune Hornblende geht allmählich in grüne Hornblende über.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google

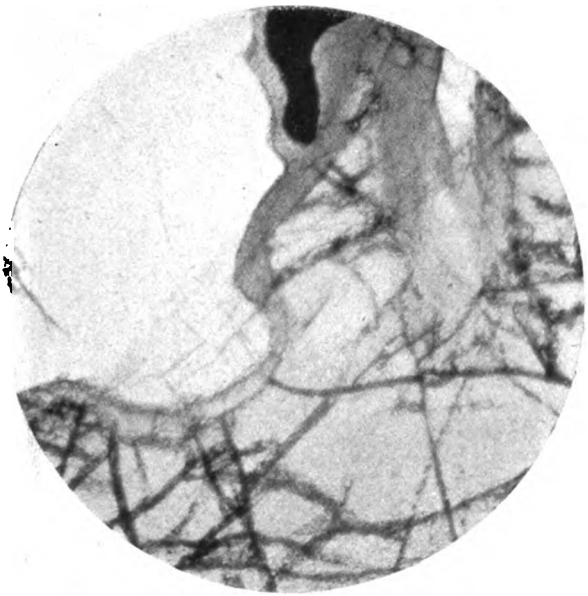


Fig. 3. Vergr. 1 : 100. Olivin umrandet von brauner Hornblende, die allmählich in grüne übergeht.

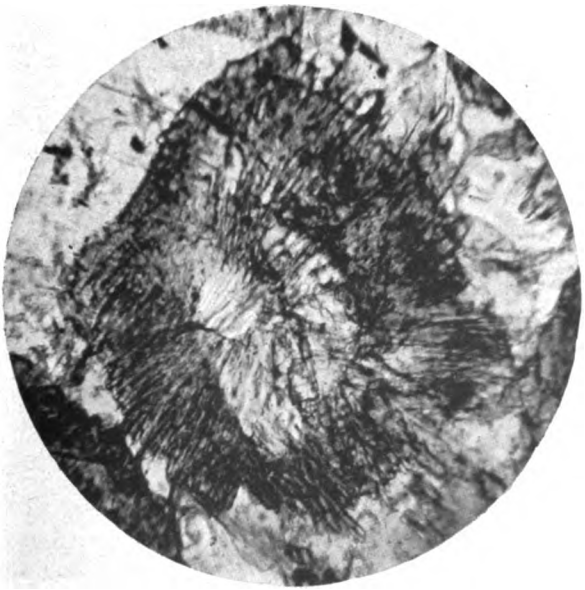


Fig. 4. Vergr. 1 : 115. Olivin ganz in grüne Hornblende zersetzt.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google

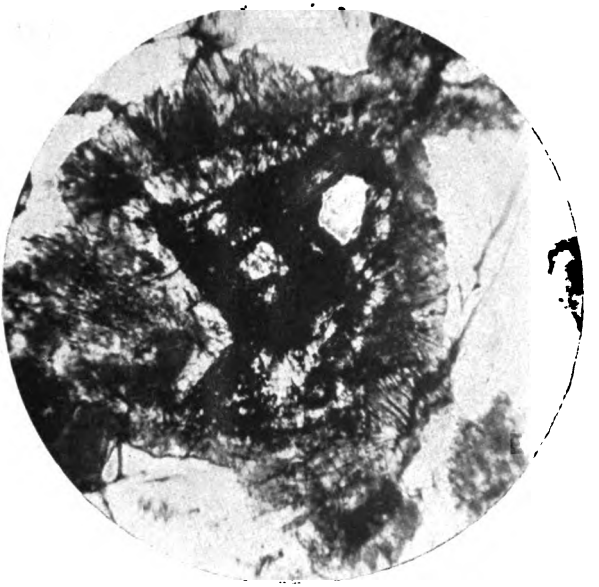


Fig. 5. Vergr. 1 : 100. In der Mitte unzersetzter Olivin mit starken Eisenerzanhäufungen, dann ein heller und ein dunkler Zersetzungsrand.

Fig. 6. Vergr. 1 : 150. Intersertale Structur des Diallags zwischen gekreuzten Nicols.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 7. Vergr. 1 : 6. Umrandung des Diallags durch braune Hornblende.

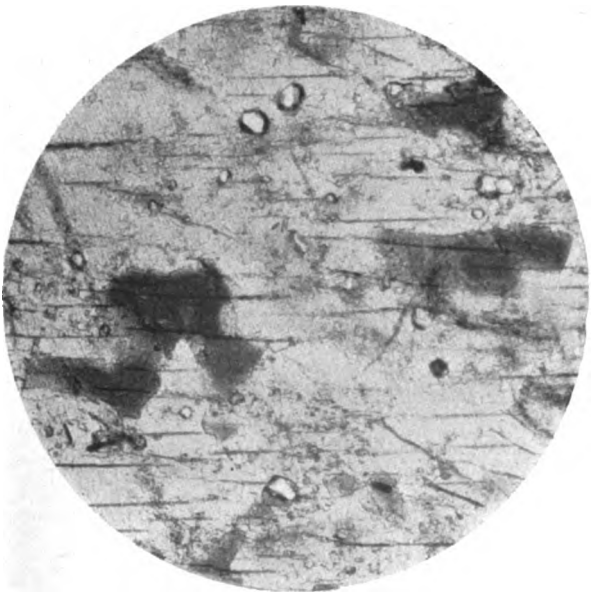


Fig. 8. Vergr. 1 : 80. Einschlüsse von brauner Hornblende im Diallag.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google

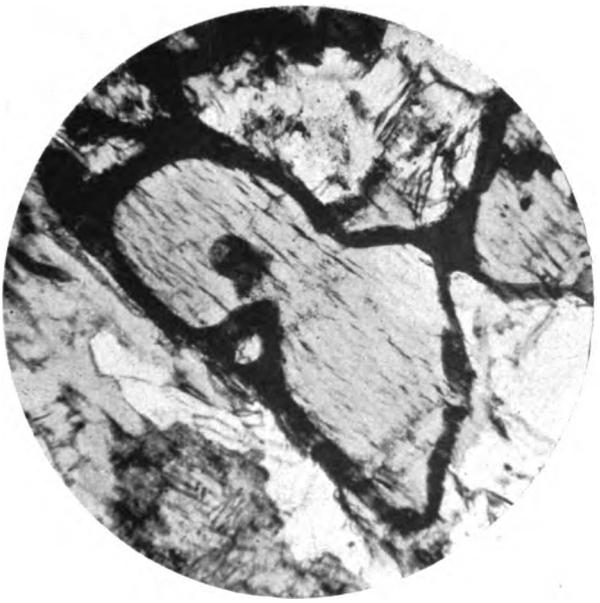


Fig. 9. Vergr. 1 : 70. Grüne Hornblende von brauner Hornblende umrandet.

Fig. 10. Vergr. 1 : 61. Intersertale Structur der grünen Hornblende, die demnach aus Diallag entstanden ist.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google

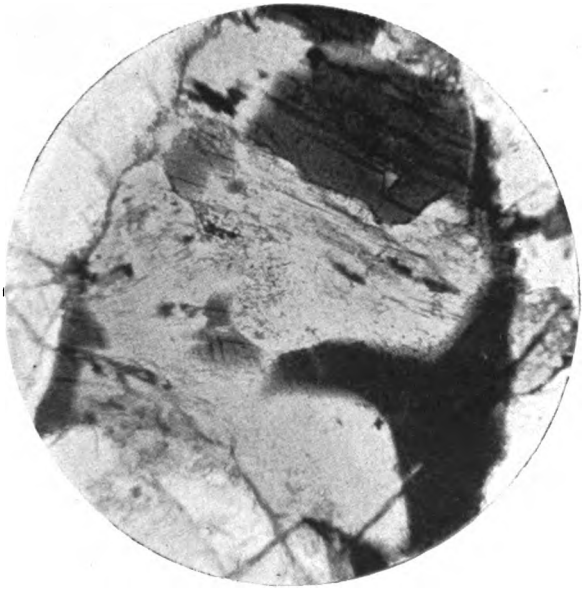


Fig. 11. Vergr. 1 : 130. Übergang von brauner Hornblende in grüne Hornblende.

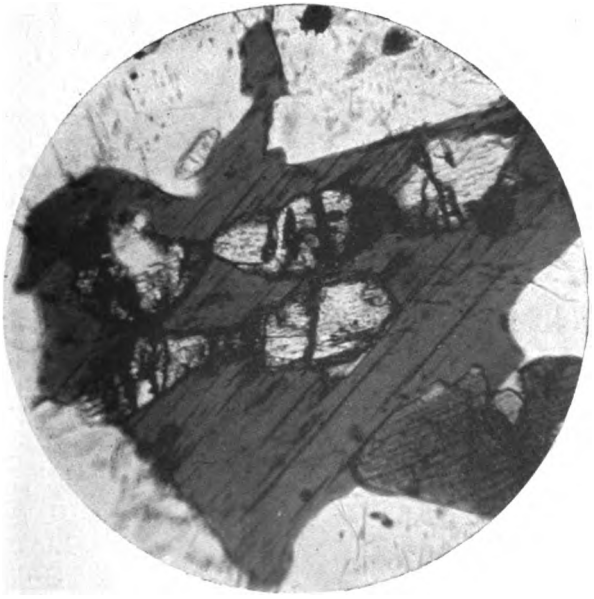
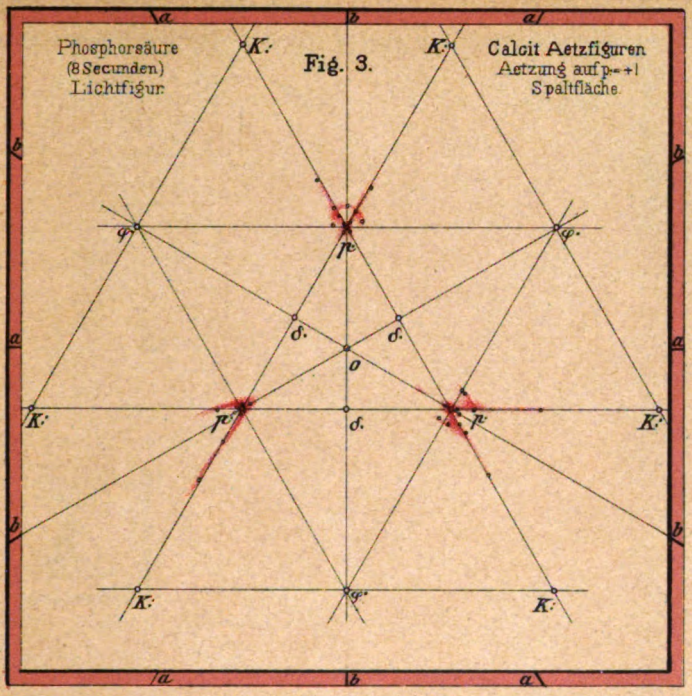


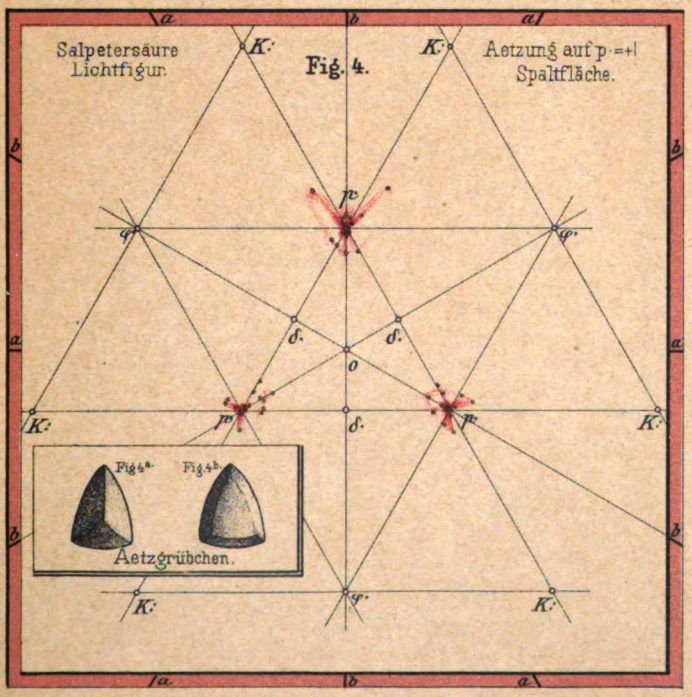
Fig. 12. Vergr. 1 : 100. Einschlüsse von rhombischem Pyroxen im Biotit.

Hecker: Gabbrogesteine.

Digitized by Google

Digitized by Google



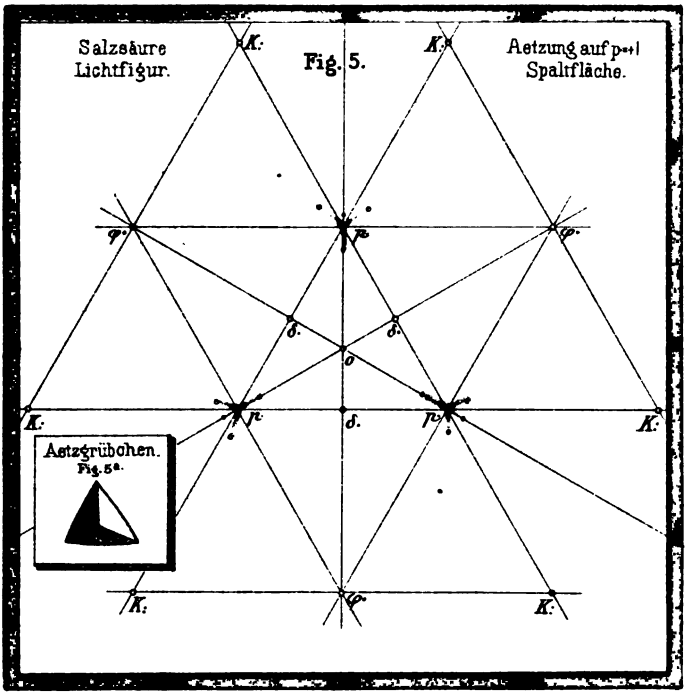


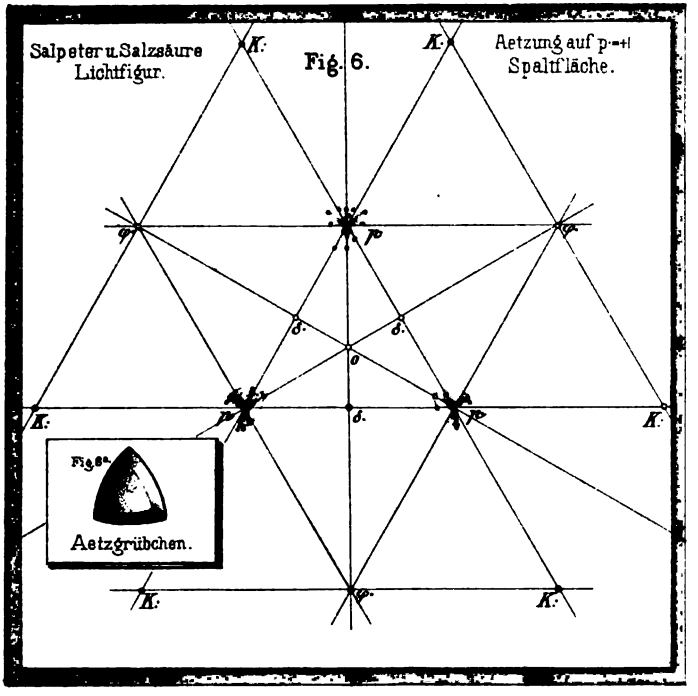
Fr. E. Wright gez. Juni 1893.

Lith. Anst. Hubert Köhler, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

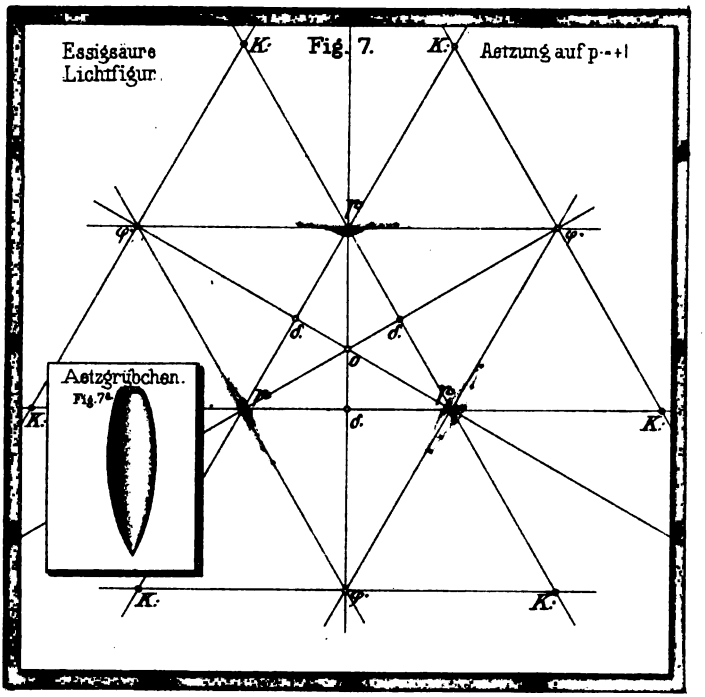


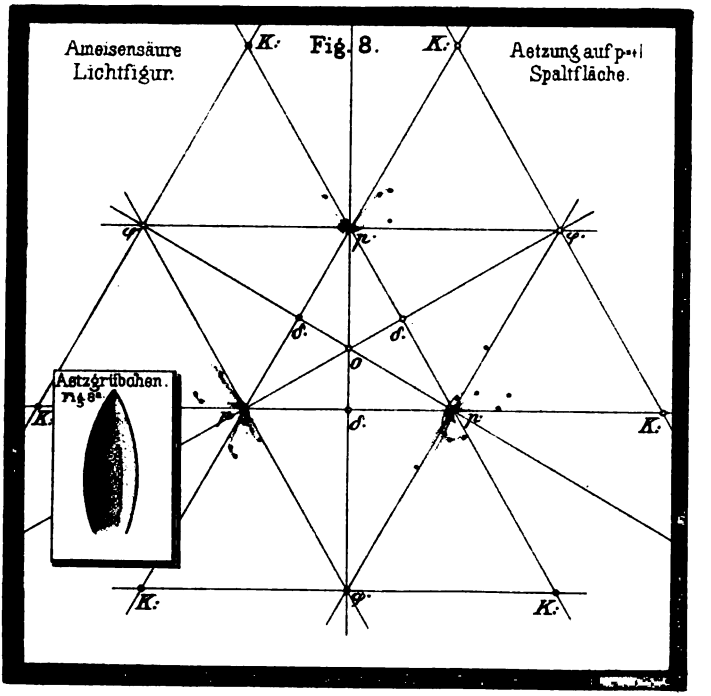


Fr. E. Wright gez. Juni 1899. Lith. Anst. Hubert Köhler München.

Digitized by Google

Digitized by Google



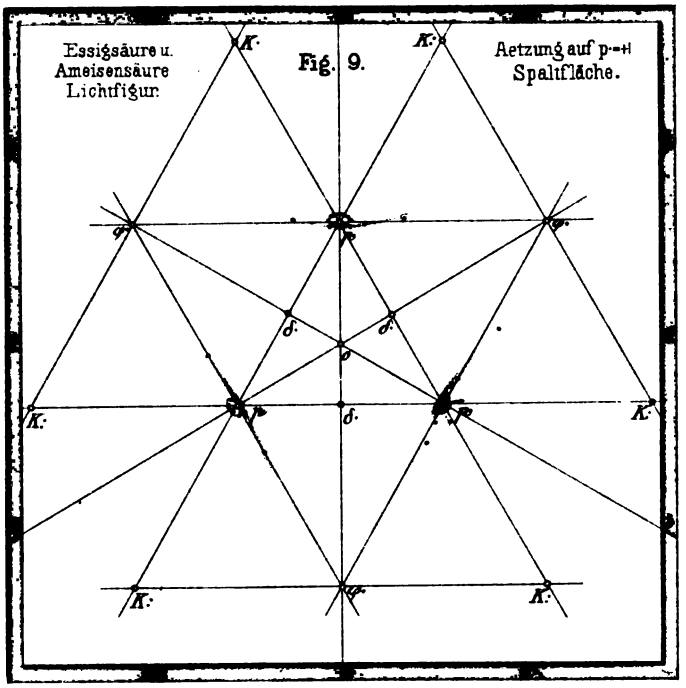


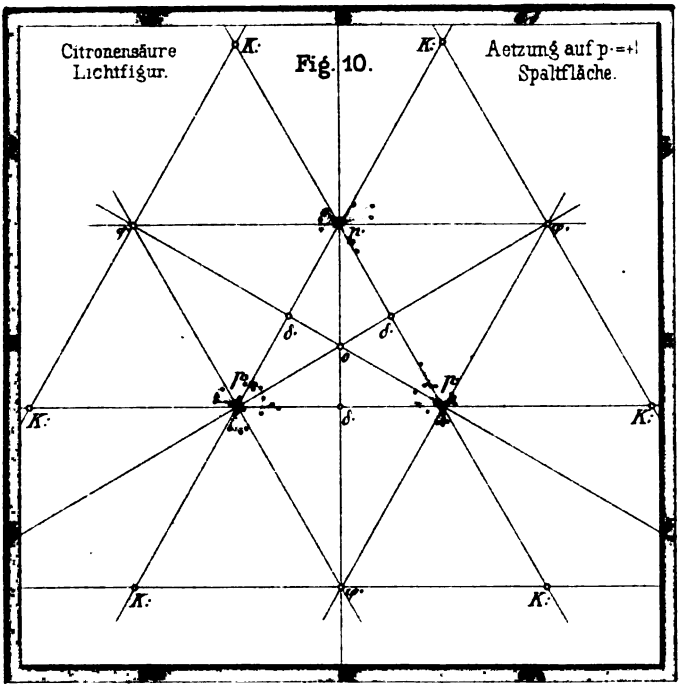
Fr E. Wright gez. 1899

Lith. Anst. Hubert Köhler, München.

Digitized by Google

Digitized by Google

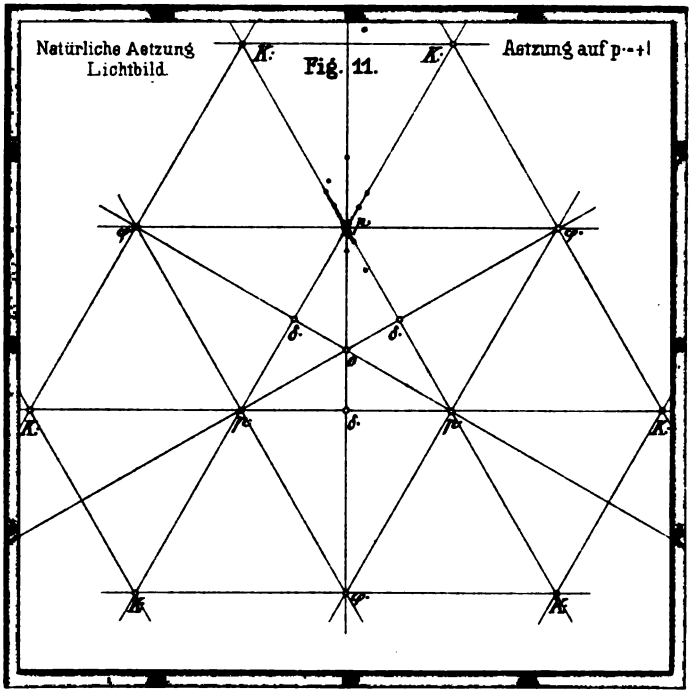




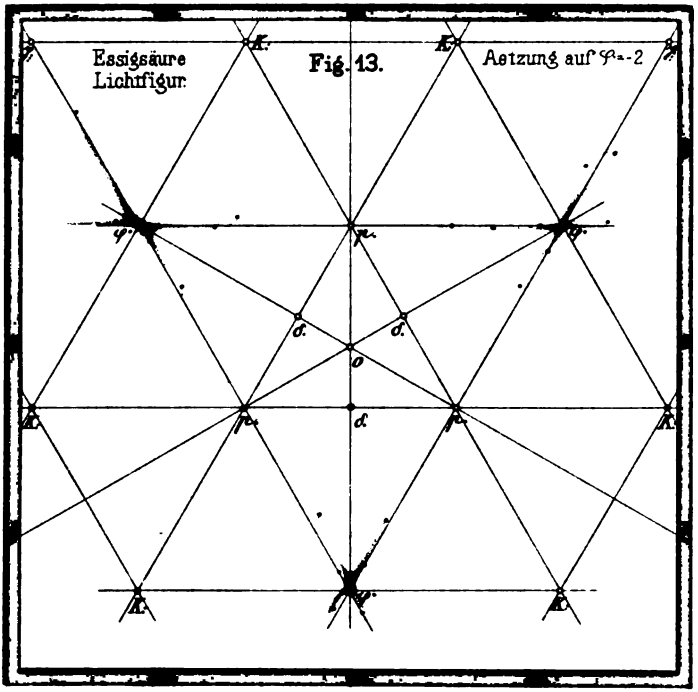
Fr. E. Wright gez. 1899. Lith. Anst. Hubert Köhler, München.

Digitized by Google

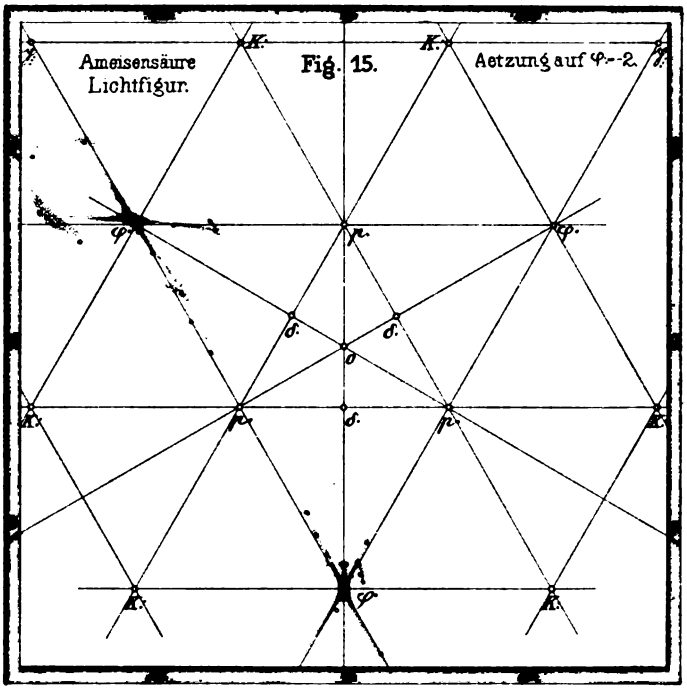
Digitized by Google

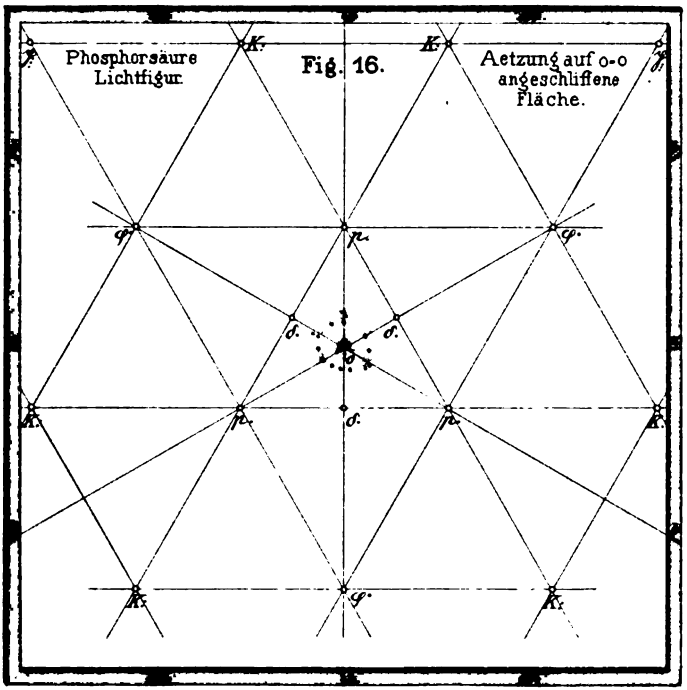

Natürliche Aetzung
Lichtbild.
Fig. 11.
Aetzung auf p·-+1
K.
K.
K.

Digitized by Google


Essigsäure
Lichtfigur.
Fig. 13.
Aetzung auf P=-2
K.
K.
K.

Digitized by Google





Fr. E. Wright gez. 1899. Lith. Anst. Hubert Köhler München.

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 17.

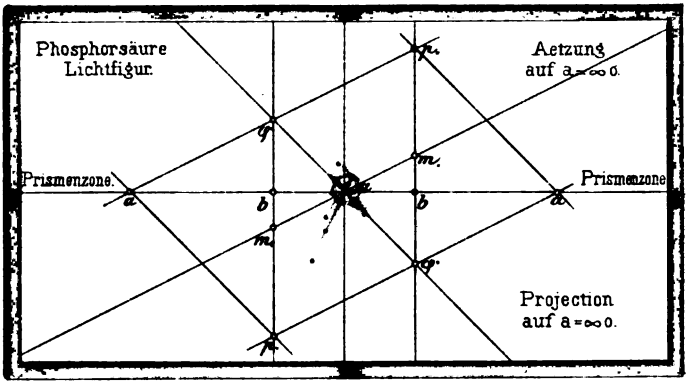


Fig. 18.

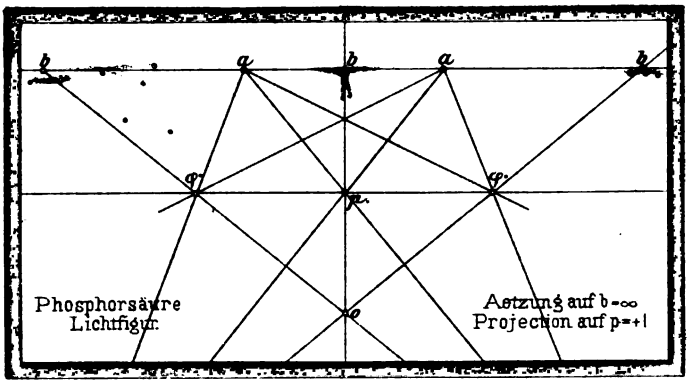
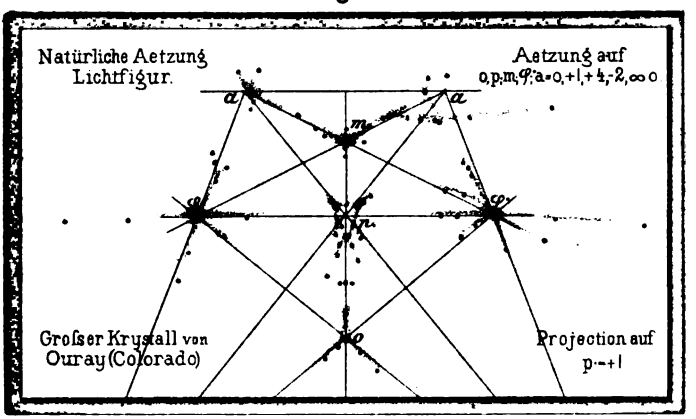
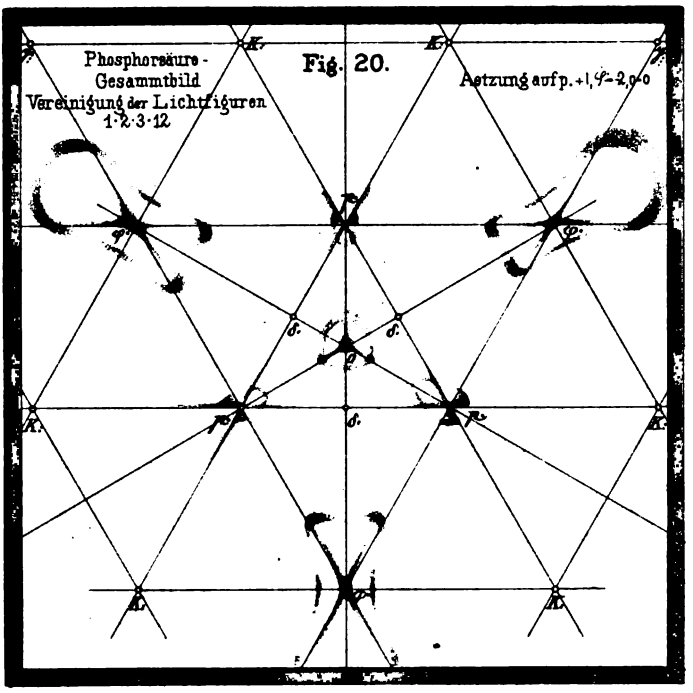


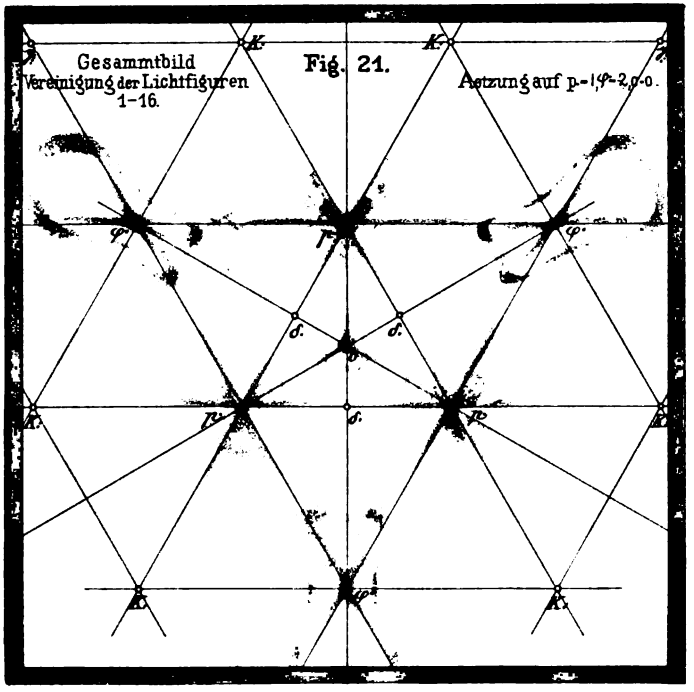
Fig. 19.



Digitized by Google

Digitized by Google

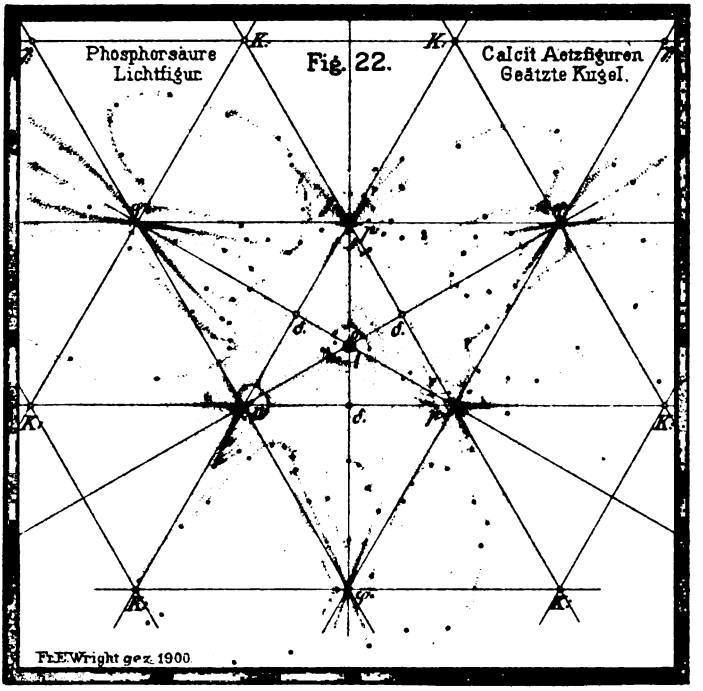


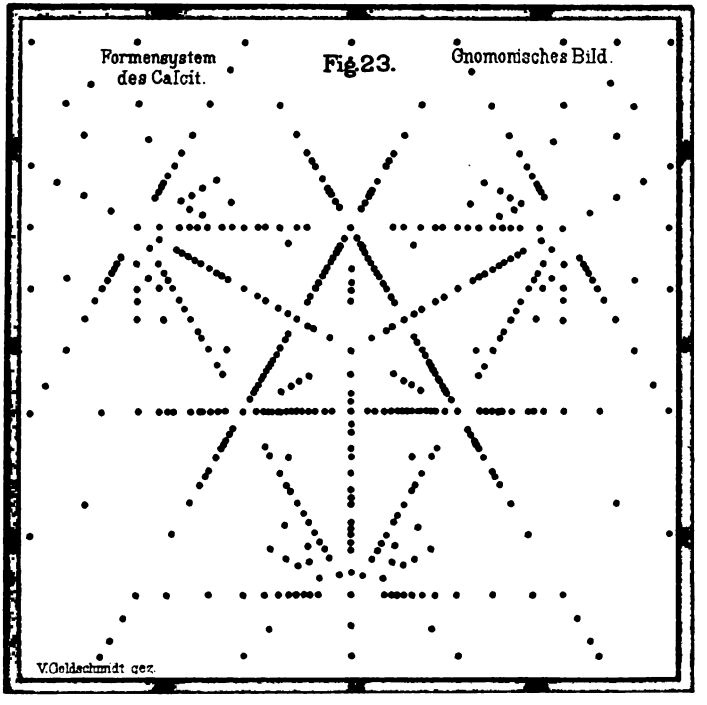


Fr. E. Wright gez. Dez. 1899. Lith. Anst. Hubert Köhler, München.

Digitized by Google

Digitized by Google





Digitized by Google

Digitized by Google

Beiträge zur Geologie und Petrographie von Kordofan.

Von

G. Linck in Jena.

Mit Taf. XXXV—XLII, 6 Textbildern und 10 Analysenfiguren.

Inhalt.

Seite

1. Verbreitung der Gesteine 392
2. Tektonik des Landes 398
3. Oberflächengestalt 400
4. Petrographische Untersuchungen 405
   A. Eruptivgesteine:
      Granite 406
      Gabbro 410
      Granitaplite 413
      Granitporphyrische Ganggesteine 415
      Malchit, Gauteït, Gabbroporphyrite 419
      Tinguáitische Ganggesteine 438
   Zusammenfassung der petrographischen Resultate bei den Eruptivgesteinen 445
   B. Krystallinische Schiefergesteine:
      Orthogneisse 448
      Paragneisse 455
      Quarzit 457
      Phyllite 458
      Körniger Kalk 460
5. Rückblick 460

Vor etwa Jahresfrist habe ich in der naturwissenschaftlichen Wochenschrift versucht, den allgemeinen topographischen Charakter des Hochlandes von Kordofan, seine Ursachen und seine Entwickelungsgeschichte in kurzen Zügen gemeinverständlich darzustellen. Darum sei es mir gestattet, jene

Digitized by Google

Dinge an dieser Stelle nur noch gelegentlich zu streifen und nur dort etwas eingehender zu behandeln, wo ich Fehler zu verbessern habe, sonst aber mein Augenmerk auf andere Thatsachen zu richten, welche dort gar nicht erwähnt oder nebensächlich behandelt worden sind. Hierzu gehören besonders die specielle Verbreitung der Gesteine, ihre Tektonik und ihre petrographische Beschreibung.

1. Verbreitung der Gesteine.

(Vergl. die Karte Taf. XXXVI.)

A. Tiefengesteine. Granit nimmt in den bereisten Gebieten weitaus den grössten Raum ein und zwar sind es, was besonders im Gegensatz zu Russegger (vergl. sein Reisewerk), hervorgehoben werden muss, ohne Ausnahme Biotitgranite. Kaum 50 km von Omdurman entfernt beginnen sie und begleiten uns auf dem ganzen Wege bis nach El Obeïd; sie bauen das Bergland von Kadero auf und fast alle Hügel, welche man zwischen diesem Orte und Delen im Westen, zwischen Delen und dem Golfan im Süden, oder in den Bergen westlich von Delen antrifft, sind Biotitgranit. Die Nordostecke des Berglandes von Golfan, Wodda und der Gebel Habila auf dem Wege nach Kadero bestehen ebenso aus ihnen wie die Berge um Kawalib, Reschad und Tegele an der westlichen Grenze des Hochlandes und wie der Gebel Ain am Weissen Nil unter etwa 13° nördlicher Breite. Allerdings sind es verschiedene Typen dieses Granits an verschiedenen Orten. Der verbreitetste unter ihnen ist der fleischrothe, ziemlich grob- und gleichmässig-körnige Kadero-Granit, der in besonders typischer Ausbildung die Berge von Kadero, Kawalib und Reschad bildet. Eine zweite Varietät wird repräsentirt durch die Berge um und westlich von Delen und die von Wodda. Es ist dies ein graulich-weisser, mittelkörniger, und durch grosse Orthoklase porphyrartiger Biotitgranit, dem auch die frischeren Theile des Granits von Tegele zugehören, wenn sie auch durch kleinere Einsprenglinge sich etwas davon unterscheiden. Die dritte Varietät endlich bildet der mittel- und gleichmässigkörnige, weisse Granit vom Golfan, der dem Granito bianco von Baveno etwas ähnlich ist. Zwischen diesen drei Varie-

Digitized by Google

täten, die ja wohl, weil ihre mineralogische Zusammensetzung so ähnlich ist, nur locale Ausbildungsformen eines und desselben Magmas sein mögen, bewegen sich alle Granitvorkommnisse, die ich gesehen habe von Nord bis Süd, von West bis Ost. Der Habitus der Granite ist vielfach ein gneissartiger, besonders an ihrer Grenze gegen die krystallinen Schiefergesteine, wie man sie im äussersten Norden des Gebiets, im Golfan, bei Reschad und bei Tegele findet. Der letzte Anklang an diese gneissartige Beschaffenheit zeigt sich in einer schaligen Absonderung der Hügel, besonders in Delen und Reschad. In Delen hängen ausgedehnte ½ m dicke Platten wie Schichten an dem Berge herunter und bei Reschad reitet man an der Westseite vollkommen glatter, wie aus dem Ei geschälter, Kuppen vorbei.

Aus pegmatitischem Muscovitgranit besteht der mittlere Kern des Gebel Kordofan. Seine pegmatitische Natur ist leicht ersichtlich aus der Grösse des Korns, aus dem Vorhandensein von Quarznestern mit Turmalin und Granat.

Gabbro, und zwar in der Abart des Olivingabbro, wurde nur an einer einzigen Stelle östlich und unweit von Abu Uruf als Lesestück gefunden.

B. Eruptive Ganggesteine verschiedener Natur konnten in weiter Verbreitung nachgewiesen werden. Aplite wurden im Allgemeinen nicht sehr weit verbreitet gesehen, nur in Delen, im Golfan und bei Tegele kommen sie mehrfach in etwas breiteren Gängen als normale Granitaplite vor. Ein dem Paisanit verwandter aplitischer Granitporphyr tritt in einem 30 m mächtigen Gang im Granit von Kawalib auf, und verwandt ist ihm ein etwas südlich von Kadero gefundener, an farbigen Gemengtheilen sehr armer, fleischrother, echter Granitporphyr, und zu diesem in engster Beziehung steht wahrscheinlich ein ebenfalls an farbigen Gemengtheilen armer Syenitporphyr, der westlich von Tegele den Granit durchsetzt.

Gesteine von malchitischem, gauteïtischem oder gabbroporphyritischem Habitus verdienen, wie wir später sehen werden, in petrographischer Hinsicht ein ganz besonderes Interesse. Sie sind in zahlreichen Gängen verbreitet und theils in losen Stücken, theils im Anstehenden nach-

Digitized by Google

gewiesen worden. Die Lesestücke davon wurden ausschliesslich in reinen Granitgebieten gefunden und dürften somit ebenfalls auf Gänge zurückgeführt werden. Die Gänge haben höchstens eine Mächtigkeit von einigen Metern. Es sind graue bis grünlich-graue, oder dunkelgrüne bis schwarze Gesteine von feinkörniger oder dichter Beschaffenheit, und für das blosse Auge bald porphyrischer, bald gleichmässig körniger Structur. U. d. M. sind sie holokrystallin mit allen Variationen der Dolerite und sogar bis zum lamprophyrischen hin. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach könnte man sie bald zu den Daciten, bald zu den Andesiten oder Basalten rechnen, und ähnlich ist auch ihr mineralogischer Bestand. Sie gehören, wie später gezeigt werden soll, alle zu einer Einheit zusammen. Die grober krystallinen Varietäten und zum grösseren Theil auch die kieselsäurereicheren treten besonders im Granitgebiet von Kadero und Kawalib auf, während die anderen in den Gneissgraniten von Delen, Tegele und Tagoi gefunden wurden.

Ganggesteine von tinguáitischem oder phonolithischem Habitus wurden nur in zwei Vorkommnissen im Granit von Kadero, das eine als ein stockförmig verbreiterter, etwa 30—40 m mächtiger Gang, das andere in Lesestücken, ersteres westlich, letzteres südlich von Kadero gefunden. Jenes ist feinkörnig und grün und hat eine eisenschüssige, braune Verwitterungsrinde, und dieses ist dicht, grau gefärbt und mit weisser Verwitterungsrinde bedeckt.

C. Die krystallinischen Schiefergesteine. Es sind zweierlei Gesteine zu unterscheiden, nämlich solche von typischem Aussehen der Gneisse, von ihrem mineralogischen und structurellen Bestand und Phyllite mit ihren Einlagerungen. Die ersteren, ihrer Entstehung nach offenbar durchweg Orthogneisse, und ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach Biotitgneisse, dioritische Amphibolgneisse und Übergänge in Amphibolite treten weder in grosser Mächtigkeit, noch in weiter Verbreitung auf und stehen vielfach in directer Beziehung zu den Graniten, wie wir früher schon gezeigt haben, z. B. in den Gebieten um Tegele, zwischen Tegele und Reschad und im Golfan, wo man den Übergang direct beobachten kann. Auch die körnig-flaserigen, z. Th. stengeligen, z. Th. augen-

Digitized by Google

gneissartigen Gesteine gehören offenbar hierher. Von den dioritischen Amphibolgneissen wird es in den nachfolgenden Untersuchungen nachgewiesen werden, dass sie mit gewissen weiter oben besprochenen Ganggesteinen von gabbroporphyritischem Habitus auf das Genaueste übereinstimmen und dass sie vermuthlich dazu gehörige Ergussgesteine sind. So darf man wohl mit einem gewissen Rechte annehmen, dass die Gesteine auch dort, wo der Zusammenhang mit den Eruptivgesteinen nicht direct nachgewiesen wurde, doch zu ihnen gehören. Es sind dies die Gneissvorkommnisse im äussersten Norden von Kordofan und die, welche man zwischen Kadero und Delen in den trockenen Flussläufen (Chors) antrifft. Die phyllitischen Gesteine stellen eine Serie von zum Theil graphithaltigen Paragneissen, Lagerquarziten und phyllitischen Schiefern, wie im Golfan, oder von phyllitischen Schiefern, Epidotgesteinen und Quarziten, wie in den Chors zwischen Kadero und Delen und an der Südspitze des Berglandes vom Tagoi, oder von lagenförmigen, feldspatharmen Biotitgneissen, wie am Gebel Kordofan, oder endlich von Quarzphylliten, Sericit- und Chloritphylliten, Quarzamphibol-Epidot- und Epidot-Amphibol-Zoisitgesteinen dar, wie sie den ganzen von Tegele aus nach dem Weissen Nil vorgeschobenen Sporn des Gebirges bilden. In dem letzteren Gebiet wurde auch ein graphithaltiger Marmor aufgefunden.

D. Gangquarzite. Sie sind in dem ganzen Gebiet, hauptsächlich aber in den Graniten, ausserordentlich weit verbreitet. Auch in den krystallinen Schiefern vom Charakter der Orthogneisse sind sie noch recht reichlich vertreten, während sie dort, wo die Phyllite herrschen, fast verschwinden. Bald sind es Schmitzen und schmale Gänge. Bald werden die Gänge 5—6 m mächtig, wie im Bergland von Reschad, oder sie erweitern sich zu stockförmigen Massen. So bildet der Gebel Abu Gren einen auf beiden Seiten von Granit flankirten, mehrere 100 m langen, ca. 80 m hohen und 50 m breiten Rücken, und einen ähnlichen Hügel sieht man wenige Kilometer östlich vom Gebel Kordofan. Meist aber erkennt man die Gegenwart der Quarzgänge an den ausgedehnten, mit Quarz bestreuten Feldern, die man überall in der sandigen Ebene antrifft.

Digitized by Google

E. Die jüngsten Bildungen. Überall, wo unser Fuss aus den Bergen in die Ebene tritt und wo nicht in den Chors die besprochenen Gesteine auftreten, begehen wir jüngste, alluviale Bildungen, die im Wesentlichen zweierlei Art sind. In der Hauptsache bestehen sie aus geschichtetem Sand, der aber im Allgemeinen nur eine geringe Mächtigkeit zu haben scheint, denn vielfach sieht man an der Oberfläche noch die verwitterten krystallinen Gesteine, und die Brunnen der Eingeborenen, welche bis auf sie niedergetrieben werden, haben höchstens eine Tiefe von 30—40 m. Vielleicht mögen sie an anderen Orten noch etwas mächtiger sein, aber viel wird wohl nicht mehr dazukommen. Die Sande sind vielfach, wie in der Umgegend von El Obeïd, durch ein eisenschüssiges Bindemittel zu Sandsteinen verbunden und die Eisenbestandtheile reichern sich local so stark an, dass die dort schon seit alter Zeit gewonnenen Raseneisensteine entstehen. Dieser Boden ist nun, wie sich schon aus der Tiefe der Brunnen ergiebt, ausserordentlich wasserdurchlässig. Damit hängt es auch zusammen, dass im Mai, wenn die ersten Regen fallen, plötzlich binnen drei Tagen Frühling mit Blättern und Blüthen wird. Diese Ablagerungen sind, wie die Profile in manchen Flussläufen zeigen, theils fluviatiler, theils äolischer Bildung, denn dort wechsellagern sandige dunkelgefärbte Thone, Kiese und feinere oder gröbere Sande, und in den Sanden sieht man oft deutliche Diagonalschichtung. Nicht selten ist der Boden aber auch ein fast schwarzer, etwas sandiger Thonboden, der in der Trockenzeit von breiten, tiefen Rissen durchfurcht ist. Es sind dies diejenigen Gebiete, welche in der Regenzeit weite undurchdringliche Sümpfe darstellen, wie das Gebiet von Birket, und darum wohl fluviatiler Entstehung. In diesen Boden legt im April und Mai der Eingeborene den Samen der feinen und groben Negerhirse (Durra und Dochen), der im Herbste bei guter Ernte 300fältige Frucht bringen soll. Man könnte demnach glauben, dass der Boden ganz besonders gut sei, und ich habe darum eine Probe davon mitgebracht und meinem Collegen Prof. Dr. Immendorf vom hiesigen agriculturchemischen Institut zur Untersuchung übergeben. Er schreibt mir darüber Folgendes: „Die Probe stellt einen im lufttrockenen Zustande hellgrauen, humusarmen, thonigen, stark

Digitized by Google

und gleichmässig mit kohlensaurem Kalk durchsetzten Boden dar. Der sandige Antheil des Bodens ist im Allgemeinen sehr feinkörnig, doch fehlt es nicht an grösseren Quarzkörnern. Die lufttrockene Probe bestand aus ziemlich harten Bröckchen."

„In 100 Theilen des vollkommen trocken gedachten Bodenmaterials wurden gefunden:

Humus	1,086	Theile
Stickstoff (N)	0,065	„
Phosphorsäure	0,040	„
Kali (K_2O)	0,148	„
Kalk (CaO)	4,831	„

Von Stickstoff waren sehr geringe Mengen in Form von Salpetersäure nachweisbar. Der Kalk kommt fast in gesammter Menge als Carbonat vor. Thon enthält der Boden 21,44 % (ein recht hoher Gehalt). Aus diesen procentischen Zahlen und der mit der feuchten, schlammigen Substanz vorgenommenen Volumgewichtsbestimmung ergiebt sich, dass auf 1 ha Fläche bis zu einer Tiefe von 20 cm (Pflugtiefe) enthalten sind: 813 kg Stickstoff, 500 kg Phosphorsäure, 1850 kg Kalk (CaO).

Beim Austrocknen zieht sich der Boden sehr stark zusammen, und es vermehrt sich dabei die Menge der in einem bestimmten Bodenraume vorhandenen festen Bestandtheile und somit auch der wichtigen Pflanzennährstoffe. In lufttrockenem Zustande wird derselbe annähernd enthalten (auf 1 ha bis 20 cm Tiefe):

1827 kg	Stickstoff (N)
1124 „	Phosphorsäure (P_2O_5)
4159 „	Kali (K_2O)
135751 „	Kalk (CaO).

Zum Vergleich füge ich den Gehalt einiger deutschen Böden in annähernd lufttrockenem Zustande (in 1 ha bis 20 cm Tiefe) bei.

	N	P_2O_5	K_2O	CaO
	kg	kg	kg	kg
1. Buntsandstein-Verwitterungsboden (Bebra, Hessen). Lehmiger Sand	1876	1036	5320	1932
2. Silurischer Thonschieferboden (Zeulenroda, Thüringen). Sandiger Lehm	5000	3080	4200	2436
3. Cujavischer Boden (Kreis Inowrazlaw). Der russischen Schwarzerde ähnlich	5000	2080	7600	30000
4. Wesermarschboden (Bremerhaven). Seemarsch, feinsandiger, kalkreicher Thonboden	4200	3200	11200	92200

Digitized by Google

Hienach überragt der Boden aus Kordofan die aufgeführten deutschen Böden, auch die als sehr fruchtbar bekannten letzten zwei im Kalkgehalt ganz bedeutend. Im Kaligehalt steht er annähernd auf gleicher Stufe mit den ersten zwei Böden, die keineswegs kaliarm sind. Im Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt ist er sehr ähnlich dem Buntsandsteinverwitterungsboden aus Bebra. An den letzten zwei wichtigsten Pflanzennährstoffen muss er als arm bezeichnet werden. Für intensiven Ackerbau müsste er unter unseren klimatischen Verhältnissen erhebliche Zufuhren von Stickstoff und Phosphorsäure (Stalldünger, Gründünger, Handelsdüngemittel) erhalten. Der natürliche Vorrath an Kali dürfte für eine Reihe von Ernten ausreichen.

Günstig für den thonreichen Boden ist für Culturzwecke sein hoher Gehalt an kohlensaurem Kalk."

Wir ersehen daraus, dass der Boden nicht einmal durch Reichthum an Pflanzennährstoffen ausgezeichnet und demnach seine Fruchtbarkeit in anderen Ursachen zu suchen ist. Während bei uns gerade der Reichthum an jenen Stoffen für den Ertrag der Ernte in erster Linie maassgebend ist, sind es dort die Vereinigung von Wärme und übermässiger Feuchtigkeit, welche die Assimilation der Pflanzen in so hohem Maasse befördern. Freilich mag die Art der Aussaat — die Körner werden nämlich, wie bei uns etwa die Bohnen, in ca. 15 cm von einander entfernte Löcher gelegt und nicht gesät — auch noch ihren Antheil an der günstigen Ernte haben.

Wenn wir uns die Gegend verlegt denken in das nördliche Europa mit seinen über das ganze Jahr ziemlich gleichmässig vertheilten Niederschlägen, so würden die Stellen mit dem schwarzen Boden zweifellos von Torfmooren eingenommen werden.

2. Die Tektonik des Landes.

Den Untergrund des ganzen Landes bildet ein Complex von nach oben hin durch Druckmetamorphose geschieferten, von Eruptivgesteinsgängen durchsetzten Graniten, deren Plan- und Parallelstructur concordant mit den darüber liegenden krystallinen Schiefern verläuft. Das Streichen der Schieferung ist mit geringen Abweichungen in N. und W. ein nord-

Digitized by Google

nordöstliches bei wechselndem, meist steilem Einfallen in O. und W. In den Schiefern wurde nirgends auch nur eine Spur von Contactmetamorphose beobachtet, welche die Granite hervorgebracht haben könnten, und daraus ist der Schluss zu ziehen, dass die Granite wesentlich älter sind, als die aufgelagerten krystallinischen Schiefergesteine, dass die Granite schon vor Ablagerung der Schiefer eine ausgedehnte Abrasionsfläche darboten. Die gangförmigen Eruptivgesteine halten, abgesehen von den reinen Apliten und von dem Syenitporphyr von Tegele, der in N. streicht, ein westliches Streichen mit geringen Abweichungen in N. ein. Nach dem später zu führenden Beweise sind sie identisch mit gewissen Hornblendegneissen, welche sonach ursprünglich ihre Ergussformen darstellen dürften. Daraus folgt aber, dass diese Eruptivgesteine jünger sind als der Granit, älter als die Faltung und gleichalterig mit den Schiefern. Die Quarzgänge streichen z. Th. wie die in Reschad in W., z. Th. wie der Gebel Abu Gren in NW.; sie treten sowohl im Granit als in den Schiefern auf, sind aber hauptsächlich in dem unteren Theil der Schiefer verbreitet und daher jedenfalls jünger als der untere Theil der Schiefer. Vielleicht sind sie das letzte Product jener vulcanischen Epoche, welche die vulcanischen Ganggesteine des Gebietes lieferte.

Denkt man sich die Bedeckung mit Alluvionen aus dem Lande weg, so hat man ein zum grössten Theile von Granit eingenommenes, zum kleineren Theile aber von krystallinen Schiefergesteinen bedecktes Gebirgsland vor sich, in welchem steil eingeschnittene Thäler von kaum 250 m hohen, vielfach gegliederten Bergen eingerahmt werden. Diese Vertiefungen wurden in jüngster Zeit mit Sanden, Kiesen und Thonen allmählich theilweise eingeebnet.

Etwa 30 km von Omdurman in südsüdwestlicher Richtung trifft man, nachdem das Gebiet der Zeugenberge verlassen ist, auf aufgerichteten steil in ONO. fallenden und NNW. streichenden nubischen Sandstein, während man wenige Kilometer weiter südlich in die gefalteten krystallinischen Schiefer des Hochlandes von Kordofan eintritt. Zwar streichen Schiefer und Sandsteine in ganz gleicher Weise, aber es lässt sich danach doch nicht behaupten, dass die Sandsteine das Schiefer-

Digitized by Google

gebirge überlagert hätten, wenn es auch wahrscheinlich gemacht ist, denn es müssten ja sonst in der Umgegend von Omdurman reichlichere Ablagerungen von Geröllen und Kiesen und weniger sandige vorhanden sein, weil es am Rande eines einstigen Gebirges gelegen wäre. So ist man, glaube ich, berechtigt, hieraus den Schluss zu ziehen, dass das einstige, wie man ja annimmt, palaeozoische Faltengebirge von Kordofan völlig abgetragen, mit den Ablagerungen des nubischen Sandsteins bedeckt wurde. Erst später wurde durch Verwerfungen ein neues, ein Horstgebirge wieder aufgerichtet, und dieses nun wahrscheinlich in nachcretaceischer Zeit aufs Neue abgetragen, wieder versenkt und die Thäler mit den Alluvionen ausgefüllt.

3. Die Oberflächengestalt.

Kordofan ist eine Hochebene, welche langsam und unmerklich aus den Gebieten des nubischen Sandsteins bei Omdurman und von dem Weissen Nil her zu einer mittleren Höhe von 600—700 m über dem Meere ansteigt, während Omdurman bei 385 und Gebel Ain am weissen Nil auf 399 m liegt. So scheint die Ebene Kordofans gleichartig mit dem nördlichen Vorland, dem ist aber nicht so, sondern auf das Gebiet der Zeugenberge in Omdurmans Umgebung folgt nach S. hin in etwa 40 km Entfernung gefaltetes Gebirge, mit dem die Hochebene in geologischem Sinne beginnt. Auch hier sind einzelne Berge über das Land zerstreut, aber sie zeigen andere Formen als bisher. Gerundete Kuppen, sargähnliche Gestalten sieht man aus der Ferne, und in der Nähe schaut man feingegliederte Blockgipfel (Fig. 1) und mit Felsenmeeren übersäte Hänge (Fig. 2). Es sind dies die meist ganz isolirt stehenden, im N. selten zu Gruppen vereinigten Granitberge, welche, gleich Klippen in dem Meere, unvermittelt aus der sandigen Ebene aufragen. Mit der Überschreitung jener Grenze folgt aber auch die Steppenlandschaft auf die Wüstenflora, das Land ist bedeckt mit ausgedehnter Grassavanne, welche mehr im N. unterbrochen wird vom Busch und im S. in liebliche Parkwälder übergeht. Von diesen einzelnen Bergen abgesehen, ist die Oberfläche eine sanft wellige, theils wohl infolge der Erosion, theils infolge kleiner, kaum vom alluvialen Sande bedeckter

Digitized by Google

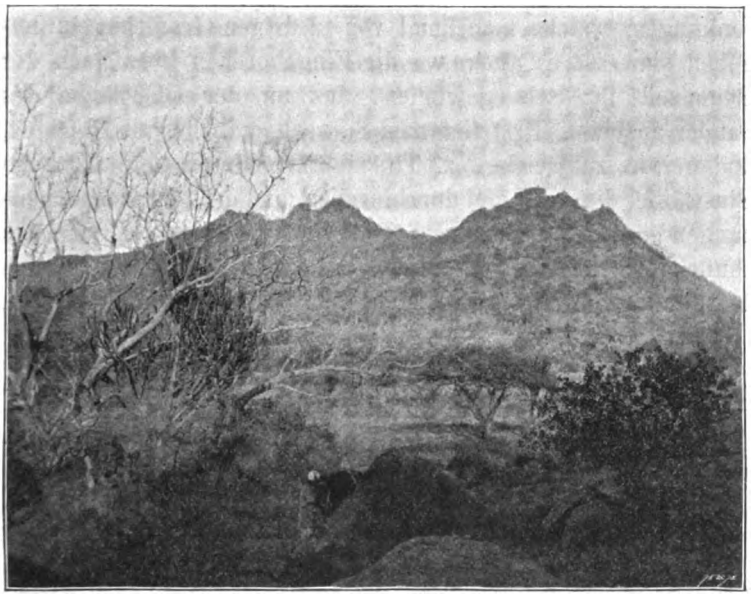


Fig. 1. Blockgipfel in Kadero.

Fig. 2. Felsenmeer am Hang eines Granitberges.

Digitized by Google

Erhebungen des Untergrundes. In solchen sanften Einsenkungen, welche manchmal von niedrigen Granithügeln umgeben sind, ist es auch, wo die Eingeborenen kurz nach der Regenzeit ihr Salz gewinnen, das an der Oberfläche des Sandes ausblüht. Erst tiefer im S., noch südlicher als El Obeïd, finden wir zahlreiche, z. Th. mehrere Meter tiefe trockene Flussläufe, die das Land durchfurchen, und grössere zusammenhängende Berglandschaften. So wird die dem N. durchaus ähnliche Ebene des centralen Kordofan umkränzt im O. von dem hufeisenförmig gestalteten Bergsystem von Kadero, im

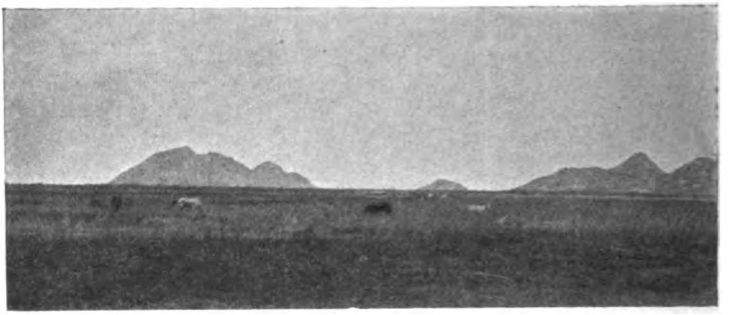


Fig. 3. Klippenförmiges Ansteigen der Berge (Gebel Ain am Weissen Nil).

S. vom Golfan und den Bergen der Njuma-Neger, im W. von den Bergen um und westlich von Delen. Nur nach N. hin ist sie offen. Östlich von den Kadero-Bergen und durch eine breite Einsenkung, die von einem Flussthal durchschnitten wird, von ihnen getrennt erhebt sich das Bergland von Reschad und Tegele, das Land der hundert Berge, das von einem von SSW. in NNO. ziehenden Flussthal in die beiden Theile Reschad und Tegele getrennt wird. Die Bergspitzen erheben sich durchschnittlich höchstens 300—350 m über die Ebene.

Gewöhnlich sind den Bergländern kleinere und kleinste Berge vorgelagert, aber sie steigen wie jene schroff aus der Ebene an (Fig. 3). Bald sind es schluchtartige, bald breitere Thäler, durch die man eintritt, doch immer erweitern sie sich von Zeit zu Zeit zu einer Art von Kesseln, die durch die eingelagerten Alluvionen einen ebenen Boden erhalten haben. In solchen Kesseln, die ihre Entstehung der verschiedenen Widerstandsfähigkeit verschiedener Gesteine verdanken, graben

Digitized by Google

die Bewohner mit Vorliebe hier im Gebirge ihre Brunnen, aber auch draussen in der Ebene liegen die Brunnen meist auf von niedrigen Granitklippen umsäumten Feldern, wie auch die Regenteiche, welche wir in dem östlichsten Sporn des Tegele-Gebirges im Mai schon gefüllt antrafen, nichts anderes als solche Kessel sind (Fig. 4). Dadurch unterscheiden sie sich von den sumpfigen Depressionen, die man in der Ebene antrifft, und die nur Erweiterungen der Flussläufe darstellen.

Fig. 4. Regenteich Fulla del Simsimia am Ostende des Tegele-Gebirges.

Die Verwitterungsformen der Berge sind analog den schon besprochenen, die Grate immer vielfach gegliedert, dort wo Granit oder auch Quarzite sind, cyklopenmauerartige Blockgipfel, Felsenmeere an den Hängen, oder wo die Berge niedriger und niedriger werden, nur noch die Cyklopenmauern. Etwas anders ist es, wo krystalline Schiefergesteine die Berge bilden. Dort sind die Gipfel nicht mehr so stark gegliedert und die Hänge nicht mehr mit Blöcken übersät. Darum haben dort die Neger die Steine an den Hängen ausgesucht, in Quer- und Längsriegeln angehäuft, und bauen nun ihr Getreide auf terrassenförmig an den Bergen hinaufliegenden Feldern (Fig. 5).

Hier habe ich noch einer sehr merkwürdigen und interessanten Erscheinung Erwähnung zu thun (vergl. Taf. XXXV). Auf dem mittleren der drei in einen nördlich streichenden Zug angeordneten Berge von Delen ist der Granit übersät von kleineren und grösseren Löchern, welche alle von elliptischer

Digitized by Google

Gestalt, bis zu 40 cm lang, bis 20 cm breit und ca. 30 cm tief sind. Sie nehmen mit ihrer Längsachse meist eine ähnliche Richtung ein, haben glatte, steile, manchmal concentrisch gestreifte Wandungen, und zeigen gewöhnlich an der einen Seite einen flach geneigten Eingang. Nur einmal habe ich eine solche Vertiefung auch an einem anderen Orte, nämlich in dem Granitkessel von Wodda an einem schief liegenden, verstürzten Block von Granit beobachtet. Meine Erkundigungen über diese sonderbaren, mir zunächst unerklärlichen Vertiefungen bei den Eingeborenen ergaben, dass sie von

Fig. 5. Terrassenförmig angelegte Felder am krystallinen Schiefergebirge von Golfan.

ihnen weder gemacht, noch benützt wurden, sondern von Gott in dem Felsen ausgehöhlt seien. So bleibt nach Lage, Zahl und Beschaffenheit dieser Vertiefungen nur eine mögliche Deutung: es sind Strudellöcher, allerdings aus einer Zeit, in welcher die Spitze des Berges noch die Sohle eines Thales bildete, in der also Kordofan noch Gebirge war.

In der nachfolgenden Tabelle mag ein Bild von den Höhenverhältnissen in Kordofan gegeben werden, doch erheben die Höhen keinen Anspruch auf Genauigkeit, denn sie beruhen nur auf Messungen mit dem Aneroïdbarometer, die regelmässig und vielfach, jeden Tag dreimal gemacht wurden. Die Zahlen

Digitized by Google

sind corrigirt und dann auf die auf den topographischen Karten angegebenen Höhen von 385 m für Chartum und 579 m für El Obeïd reducirt. Wie sehr gerade im Frühjahr bei und kurz vor dem Eintritt der Regenzeit der Barometerstand in Kordofan wechselt, möge aus der Angabe hervorgehen, dass im Februar als Mittel vierzehntägiger Beobachtungen (mit Schwankungen um 3 mm) 727 mm, im Mai als Mittel dreitägiger Beobachtung (mit Schwankungen um 2 mm) 719 mm in Omdurman abgelesen wurden.

Omdurman	385 m ü. d. M.		
El Obeïd	579 „ „ „ „		
		Gebel Kordofan	695 m ü. d. M.
Birket	569 „ „ „ „		
Kadero	621 „ „ „ „		
		Höchster Berg .	762 „ „ „ „
Delen	636 „ „ „ „		
		Bergspitze. . .	719 „ „ „ „
Golfan (Ebene)	716 „ „ „ „		
„ (Lager)	746 „ „ „ „		
		Berg Kore . .	806 „ „ „ „
		„ Komo . .	850 „ „ „ „
Wodda (Ebene)	595 „ „ „ „		
Kawalib (Ebene)	606 „ „ „ „		
Tagoi (Fuss des Gebirges)	615 „ „ „ „		
Tagoi (Lager am Gebel) .	665 „ „ „ „		
		Gebel Tagoi . .	967 „ „ „ „
Reschad (Lager im Gebirge)	773 „ „ „ „		
		Höchster Berg .	928 „ „ „ „
Tegele (Ebene)	605 „ „ „ „		
		Höchster Berg .	785 „ „ „ „
Fulla del Simsimia . . .	535 „ „ „ „		
Lahamda	409 „ „ „ „		
Nil östl. von Lahamda . .	399 „ „ „ „		
Omdurman	385 „ „ „ „		

4. Petrographische Untersuchungen.

In den nachfolgenden Zeilen sollen nur diejenigen Gesteine Erwähnung finden, von denen Proben mitgebracht wurden, was natürlich bei der primitiven Art der Beförderung in einem solchen Lande nur in beschränktem Maasse der Fall sein konnte. Es wurden eben nur Stücke mitgenommen, denen man schon an Ort und Stelle ein besonderes Interesse zu-

Digitized by Google

sprechen musste, und so war es nicht zu vermeiden, dass der Besitz von manchem Stück, das man liegen liess, heute nach genauer Untersuchung des Übrigen, erwünscht erscheint.

A. Eruptivgesteine.

I. Die Granite.

Alle Granite, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, sind typische, an dunklen Gemengtheilen arme Biotitgranite, was mir besonders bemerkenswerth scheint, weil Russegger so vielfach von Amphibolgraniten spricht.

Der Granit von Kadero ist ein durch fleischrothen Orthoklas roth gefärbter, biotitarmer Granitit von ziemlich grobem Korn und typisch granitischer Structur. Charakteristisch mag für ihn auch die Armuth an Oligoklas sein.

In diesem Granit wurden Einschlüsse beobachtet, welche wesentlich aus fleischrothem, körnigem Feldspath mit schwarzen, im Striche grünen Flecken bestehen. U. d. M. hat man ein körniges Gemenge von Orthoklas mit wenig Oligoklas vor sich, in welchem sich Nester von Granat, Amphibol, etwas Erz und Epidot finden. — Der Feldspath ist stark kaolinisirt und längs der Spaltungstracen, seltener unregelmässig vertheilt liegen stark licht- und doppelbrechende Stäbchen und Blättchen, die vermuthlich dem Glimmer zuzurechnen sind und ihre Entstehung der Verwitterung des Feldspathes verdanken. — Der licht gelblichgrün, seltener licht weinroth gefärbte, manchmal zonar gebaute Granat tritt in Nestern unvollkommen begrenzter, löcherig durchbrochener Körner auf und ist meist verwachsen mit einem kräftig pleochroitischen, lichtgrünen, stengeligen Aktinolith oder hin und wieder mit Körnern von Epidot. Diese Nester sind dann meist begleitet von reichlicheren Ausscheidungen von Körnern und Krystallen von Magneteisen, das seinerseits öfters zu Brauneisenerz zersetzt ist. — Dort, wo der Amphibol reichlicher auftritt, stellt sich auch Quarz ein und das Gemenge beider Mineralien zeigt Structur und Habitus eines Amphibolits.

Hier schliesst sich am besten das Gestein vom Gebel Reschad, welches ein normaler, lichtröthlichweisser, mittelkörniger Biotitgranit mit u. d. M. beobachtetem hohen Gehalt an Mikroperthit und Mikroklin ist, und

Digitized by Google

der weisse, mittelkörnige, biotitarme Biotitgranit vom Golfan an. U. d. M. ist die Structur dieses Gesteines typisch granitischkörnig mit sehr wenig idiomorpher Ausbildung des dunkelkastanienbraunen Biotits. — Kalknatronfeldspath ist sehr wenig vorhanden, dagegen ist der Mikroperthit neben spärlichen Körnern von Mikroklin sehr reichlich vertreten. — Quarz ist reichlich zugegen und nicht selten beobachtet man die pegmatitische Verwachsung von Quarz und Orthoklas. — Der Mikroperthit stellt Orthoklas dar, der von einem z. Th. und besonders in verbogenen Feldspäthen unregelmässigen, z. Th. längs der Spaltungstracen verlaufenden Albitgeäder durchzogen wird. — In diesem Granit wurde als Einschluss ein Stück eines lagenförmig und flaserig struirten mittelkörnigen Biotit-Amphibolgneisses beobachtet, in welchem man u. d. M. neben reichlichem Kalknatronfeldspath und Quarz wenig Orthoklas, reichlich Biotit und grössere Mengen von Hornblende beobachtet. Ferner sind als Accessorien zahlreiche kleine Krystalle und Bruchstücke von Apatit, gerundete Körnchen von Titanit, etwas Magnetit und einzelne Zirkonkryställchen vorhanden. Der Feldspath ist sehr frisch, Glimmer und Hornblende wesentlich xenomorph begrenzt, so dass das letztere Mineral oft eine Art intersertalen Auftretens zwischen den Feldspathleisten zeigt. Der kastanienbraune Biotit ist in normaler Weise stark pleochroitisch und ebenso zeigt die Hornblende kräftige Farben- und Absorptions-Unterschiede, indem a lichtbräunlichgelb, b dunkelbräunlichgrün und c dunkelgrasgrün gefärbt erscheint. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) ca. 24° gegen die Verticalaxe.

Abweichende Beschaffenheit zeigt der Granit von Delen. Dies ist ein graulichweisser, mittelkörniger, durch grosse Orthoklase porphyrartiger Biotitgranit. Der Feldspath ist durchweg weiss, der reichliche Quarz grau und der spärliche Biotit schwarzbraun bis grünlichschwarz. Ausser diesen Mineralien erkennt man mit der Lupe noch vereinzelte Oktaëderchen von Magnetit und Kryställchen von Titanit in Briefcouvertform auf der verwitterten Oberfläche. — U. d. M. zeigt sich spärlicher Oligoklas und daneben reichlicher Quarzgehalt. Der weitaus herrschende Orthoklas ist zumeist als Mikro-

Digitized by Google

perthit entwickelt und z. Th. etwas kaolinisirt. Der Mikroperthit zeigt theilweise das beim Granit vom Golfan beschriebene Geäder von Albit, theilweise aber gewährt er zwischen gekreuzten Nicols das Bild ziemlich starker Faserung. Der spärlich vorhandene Biotit ist lichtbräunlich durchsichtig und besitzt einen starken, zwischen olivengrün und grünlichkaffeebraun wechselnden Pleochroismus. Weingelber Titanit ist in meist guten Krystallen sehr reichlich zugegen und seinem ganzen Auftreten nach ein primäres Mineral. Dort, wo er den Glimmer berührt oder in ihn hineingreift, entsteht in diesem ein breiter, stark pleochroitischer Hof, in welchem die parallel den Spaltungstracen schwingenden Strahlen fast völlig absorbirt werden. Untersucht man geeignete Schnitte mit dem Quarzkeil, so findet man, dass in den pleochroitischen Höfen nicht bloss die Absorption für die verschiedenen Strahlen gegenüber dem übrigen Glimmer vergrössert wurde, sondern auch die Doppelbrechung, denn bei einem solchen Plättchen trat der achromatische Streifen im Haupttheil des Glimmers etwa bei 640 $\mu\mu$, in dem pleochroitischen Hof dagegen erst bei etwa 850 $\mu\mu$ auf. Darum und weil man solche Höfe im Glimmer auch um eine ganze Reihe anderer Mineralien beobachtet, glaube ich wohl, dass diese Höfe ihre Ursache in einer Deformation infolge ungleicher Zusammenziehung der verschiedenen Mineralien bei der Abkühlung des Gesteins haben. Die accessorischen Mineralien Magnetit, Apatit und Zirkon bieten nichts Bemerkenswerthes.

Hier wären nun auch diejenigen Granite anzuschliessen, welche durch Gebirgsdruck Planparallelstructur angenommen haben und sich dadurch in ihrem Ansehen wie Gneisse verhalten. Eine Andeutung dieser Erscheinung zeigen schon die Granite von Delen und von Reschad in ihrer der Faltungsrichtung entsprechenden schaligen Absonderung und z. Th. auch schon in der beginnenden Structuränderung, aber den Typus dieser Gesteine repräsentiren die Vorkommnisse von Tegele, bei welchen die Metamorphose zum grössten Theile sehr weit vorgeschritten ist.

Der wenig veränderte Granit von Tegele ist ein mittelkörniger, porphyrartiger, dem von Delen ähnlicher

Digitized by Google

Biotitgranit. Er tritt aber nur in untergeordneter Menge auf. Meist ist er sehr stark verändert und zeigt in kleinkörniger, dunkelgrauer und weissfleckiger, flaserig struirter Grundmasse bis 30 mm lange und breite und 10—15 mm dicke Krystalle von licht fleischrothem Orthoklas. Die kleinen weissen Körner gehören einem zwillingsgestreiften Plagioklas an. Mit der Lupe erkennt man deutlich noch Quarz, Biotit und Chlorit. In stärker zersetztem Zustande wird die Farbe der flaserigen Grundmasse grünlich. U. d. M. ist der Mineralbestand der hierher gehörigen Gesteine folgender: Mikroperthit, Oligoklas, Quarz, Biotit, Chlorit, Muscovit, etwas

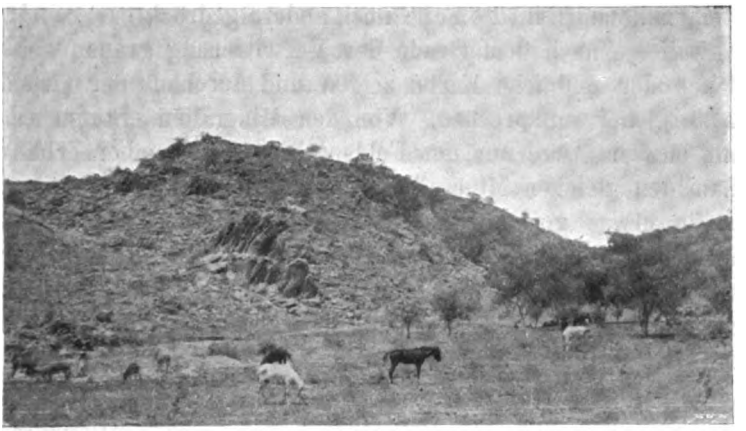


Fig. 6. Gneissgranit von Tegele.

Epidot, sehr reichlich Titanit, spärlich Magnetit und Apatit. — Der Orthoklas ist meist perthitisch, wie es schon bei den anderen Gesteinen beschrieben wurde (Fig. 11 Taf. XLII); der sonst normale Biotit besitzt einen Stich ins Grünliche, wird bei stärkerer Chloritisirung grün oder geht gänzlich in chloritische Substanzen über; der Titanit mit seinen meist guten Krystallformen ist röthlich-weingelb, besitzt starken Pleochroismus und zeigt öfters eine polysynthetische Zwillingsbildung und die Körner von Epidot sind stark pleochroitisch, königsgelb und farblos. — Die Structur ist eine typische flaserige Mörtelstructur. An der Bildung des Mörtels ist in erster Linie der Quarz betheiligt, welcher dort, wo er sich häuft,

Digitized by Google

in einem Mosaikgewebe vorliegt; demnächst ist daran betheiligt der Plagioklas und sehr untergeordnet der Orthoklas. Die Flaserung wird hauptsächlich durch die zerrissenen, planparallel gestellten Blättchen von Biotit und Chlorit zum Ausdruck gebracht. In den Flaserzügen finden sich auch hauptsächlich Titanit, Epidot, Apatit und Magnetit vor, während der Muscovit wesentlich in dünnen kurzen Lamellen im Orthoklas der zersetzten Gesteine auftritt. Aus alledem ist ersichtlich, dass die Metamorphose dieser Gesteine eine mehr mechanische gewesen ist und dass mit ihr Umwandlungsvorgänge sehr wenig Hand in Hand gingen.

Neben den eben beschriebenen augengneissartigen Gesteinen kommen in Tegele noch andere gedrückte Granite vor, die je nach dem Grade der Verwitterung graue, weissliche oder gelbliche Farbe zeigen und durchaus der Grundmasse jener entsprechen. Von den Mineralien erkennt man mit blossem Auge nur den Feldspath. U. d. M. aber erblickt man den gleichen Mineralbestand wie dort, nur der Titanit ist in etwas geringerer Menge zu beobachten. Man sieht mikroskopisch die gleiche Augenstructur wie dort in verkleinertem Maassstabe und die Kataklase hat gleiche Structur erzeugt wie dort. Bei einem der Gesteine ist sie fast bis zur Schieferung gediehen.

II. Gabbro.

Etwa 12 km westlich von Abu Uruf findet man im Granitgebiet Stücke eines mittelkörnigen, sehr frischen Gabbros. Er ist lichtgrau gefärbt und lässt neben triklinem Feldspath in geringen Mengen dunkelgefärbte, meist gut spaltende Mineralien erkennen. Die Plagioklase bilden kurze, schmale Leisten und sind öfters flussartig in parallele Züge geordnet. U. d. M. erkennt man neben dem Feldspath, Olivin, Hypersthen, Diallag, Hornblende und Magnetit. — Der weitaus herrschende Bestandtheil ist der Feldspath, ein Labradorit oder Bytownit mit den charakteristischen Interpositionen und von sehr frischer Beschaffenheit. Die übrigen Mineralien sind spärlich vorhanden, am reichlichsten aber unter ihnen der Olivin, welcher ebenfalls meist sehr frisch, selten vom Rande aus etwas serpentinisirt ist. Er tritt in Form von

Digitized by Google

Körnern oder in buchtig begrenzten Stücken auf. — Die braune, lichtbräunlich und kastanienbraun pleochroitische Hornblende mit ca. 18° Auslöschungsschiefe auf {010} gegen die Verticalaxe, der blassröthlich gefärbte, blassrosa und grünlichweiss pleochroitische, z. Th. mit charakteristischen Interpositionen versehene Hypersthen und der sehr spärlich vorhandene, röthlich gefärbte diallagartige Augit sind niemals idiomorph begrenzt. Ebensowenig die grossen unregelmässigen Körner von Magneteisen, die hin und wieder ein Hercynitkörnchen umschliessen. — Über die Structur, Ausscheidungsfolge und die Beziehungen der farbigen Gemengtheile untereinander gewinnt man folgendes Bild: Die Structur ist die charakteristische Intersertalstructur des Gabbro, der Feldspath gegenüber den anderen Gemengtheilen stets idiomorph, obwohl er nicht das älteste, sondern das zweite Krystallisationsproduct ist. Jenes ist der Olivin, aber er wurde mit oder nach der Ausscheidung des Feldspaths wieder theilweise resorbirt und an seiner Stelle bildeten sich die Metasilicate. Ähnlich erging es dem Magneteisen, das gleichalterig mit dem Olivin sein dürfte. Mit der Resorption des Olivins Hand in Hand, vielleicht z. Th. noch ihr voraus geht die Bildung des Hypersthens, denn diese beiden zeigen sich gegeneinander öfters geradlinig begrenzt. Olivin und Hypersthen sind stark corrodirt und vielfach entweder ganz oder theilweise umrandet von Diallag und dieser wieder von Hornblende oder nur von einem dieser beiden Mineralien allein. Das Erz wird nur von Hornblende umschlossen. Diallag und Hornblende sind gegenüber dem Feldspath typisch intersertal, während Olivin und Hypersthen dort, wo sie im Feldspath liegen, als präformirte Körner eingeschlossen wurden. — Das Gestein ist im Ganzen sehr frisch, der Olivin, wie schon gesagt, manchmal etwas serpentinisirt und hin und wieder der Amphibol besonders dort, wo er schmale Zonen um den Magnetit bildet, bartartig in grüne Hornblendefasern umgewandelt. — Von der chemischen Zusammensetzung gewährt uns die nachstehende, von meinem Assistenten Herrn Sprockhoff ausgeführte Analyse ein Bild.

Digitized by Google

Analyse I[1].

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	48,78	8076	53,98
TiO_2	0,37	53	0,35
Al_2O_3	22,51	2203	14,72
Fe_2O_3	1,92	120	0,80
FeO	7,73	1074	7,18
MnO	Spur	—	—
MgO	5,22	1293	8,64
CaO	9,67	1727	11,54
Na_2O	1,81	292	1,95
K_2O	1,17	124	0,83
Glühverlust	1,68	—	—
Summe	100,86	14,962	99,99

Daraus ergiebt sich die Osann'sche Formel: s 54,33, a 1,8, c 7,7, f 10,5, n 7,0 und der Kieselsäurequotient k = 0,96.

Entsprechend den Erörterungen auf p. 423 u. 432 muss sich bei dem niedrigen Kieselsäurequotienten, dem Vorherrschen der Magnesia über das Eisenoxydul und der Summe des Eisenoxyduls und der Magnesia über den Kalk Olivin ausscheiden und der niedrige Kieselsäurequotient ist eine Garantie dafür, dass später keine vollständige Resorption des Olivins stattfindet. Auch hier bestätigt sich, was wir später noch zeigen werden, dass der Olivin sich nicht bloss bei einem unterhalb 1 fallenden Kieselsäurequotienten oder nur so lange ausscheidet, sondern, dass er sich auch bei einem über 1 gestiegenen k noch ausscheiden kann, woferne nur die zweiwerthigen Metalle reichlich vorhanden sind und unter ihnen die Summe von Magnesia und Eisenoxydul bezw. die Magnesia vorherrscht, aber die Zahlenwerthe dieser Verhältnisse wären noch experimentell zu bestimmen. Der Abscheidung des Olivins muss bei weiterer Abkühlung die Krystallisation des Hypersthens infolge des zu starken Anwachsens des Kieselsäurequotienten folgen und mit ihm beginnt auch der Feldspath seine Krystallisation. Damit wird aber das Magma ärmer und ärmer an Alkalien und so die Löslichkeit des Olivins grösser. Er wird resorbirt und beim weiteren Abkühlen scheidet sich an seiner Stelle zunächst vielleicht noch Hypersthen und weiter

[1] P_2O_5 0,44 nachträglich bestimmt wäre noch von Fe_2O_3 in Abzug zu bringen.

Digitized by Google

je nach dem Verhältniss von Kalk zu Magnesia und Eisen Hornblende und Augit ab. Die Krystallisation des Magnetits ist wahrscheinlich mit der Feldspathbildung verknüpft, weil dadurch dem Eisenoxyd ein Theil seines Lösungsmittels entzogen wird.

III. Aplitische Ganggesteine (Granit-Aplite).

Aus dem Golfan wurde ein röthlich- und weissfleckiger Aplit von sehr kleinkörniger Beschaffenheit mitgebracht. Man erkennt darin mit blossem Auge Feldspath, Quarz und etwas Magnesiaglimmer. U. d. M. erblickt man neben vorherrschendem Mikroklin und Orthoklas, etwas Oligoklas, ziemlich viel Quarz, wenig Biotit, etwas Muscovit, vereinzelte, ziemlich grosse Krystalle von Zirkon, einige Körnchen von Titanit und gelbem Epidot. — Der Mikroklin ist der am reichlichsten vertretene Feldspath, dem der Orthoklas an Menge wenig nachsteht. Dieser ist häufig gefasert oder mikroperthitisch mit Albit verwachsen. Oligoklas ist äusserst wenig vorhanden. Der Quarz bildet unregelmässige Körner, tritt aber nicht interstitial auf. Der Biotit ist rothbraun mit normalem Pleochroismus und der Muscovit erscheint in sehr kleinen Blättchen und Leistchen als Umwandlungsproduct auf den Spaltungsrissen des Feldspaths. — Die Structur ist nahezu typisch aplitisch mit einer kleinen Abweichung nach dem Granitisch-körnigen hin.

Diesem Gestein schliesst sich ein anderes, flaseriges bis dünnschieferiges, stark zersetztes Gestein von demselben Fundpunkte an. Auf seinen Schieferungsflächen erkennt man zahllose feinste Muscovitblättchen, während es sich auf dem Querbruche als ein kleinkörniges Gemenge von Feldspath und Quarz darstellt. U. d. M. ist der Mineralbestand dem des vorhergehenden Gesteins durchaus ähnlich, nur ist die secundäre Zersetzung viel weiter vorgeschritten, was sich in der Kaolinisirung der Feldspäthe — ausschliesslich des Mikroklins — und in einer Gelbfärbung des Biotits zeigt. Dieser ist von schwefelgelber Farbe, aber noch stark pleochroitisch nach hellen Tönen hin. Muscovit ist reichlicher und auch im Gesteinsgewebe vertheilt. — Die Structur ist eine typische Mörtelstructur mit flaserig beschaffener Grundmasse. Die

Digitized by Google

Augen bestehen wesentlich aus Feldspath, die Grundmasse aus Quarz. Die Einsprenglinge sind meist am Rande zertrümmert und von der Grundmasse flaserartig umlagert. Die Quarzgrundmasse selbst ist körnig und nicht mosaikartig verflochten, die Auslöschung der einzelnen Quarzkörnchen nicht undulös. Die Muscovitleistchen durchziehen die Grundmasse und der Biotit liegt gerne in kleinen Nestern beisammen. Wir haben es sonach hier mit einem dynamisch veränderten, ausgewalzten Aplit zu thun.

Ähnliche Gesteine wie die beiden eben beschriebenen finden sich im Chor bei Delen. Das eine ist ein ziegelrothes, kleinkörniges, miarolitisches Gestein, in welchem das mit der Lupe bewaffnete Auge ziegelrothen Feldspath, grauen Quarz und zahlreiche gelblichgrüne Körner von Pistazit schaut. U. d. M. sieht man, dass der weitaus herrschende Bestandtheil des Gesteines der Feldspath ist und dass dieser zu etwa gleichen Theilen aus Orthoklas, Mikroklin und Oligoklas-Albit besteht. Der Orthoklas hat öfters den Charakter des Perthits. Sämmtliche Feldspäthe sind stark kaolinisirt. Quarz ist nicht allzureichlich vorhanden, dagegen findet sich der Epidot in pistaziengrünen, kleinen, meist guten Kryställchen im Gesteine weit verbreitet. Sie sind gerne zu Häufchen oder Schnüren aggregirt und haben sich vorzugsweise längs der Berührungsflächen der anderen Mineralien oder auf deren Spaltungsdurchgängen angesiedelt. Structurell steht das Gestein zwischen Aplit und Granit.

Das andere Gestein dieses Fundpunktes ist kleinkörnig, lichtröthlichgrau gefärbt und ebenfalls sehr arm an farbigen Gemengtheilen. U. d. M. sieht man Quarz, perthitischen Orthoklas, etwas Oligoklas, wenig Mikroklin und wenig Biotit, während Apatit, Zirkon und Magnetit fast ganz fehlen, also abgesehen von dem fehlenden Titanit, den Mineralbestand des Granits von Delen. Überall beobachtet man den Beginn einer Kataklase, indem undulöse Auslöschung, Biegung und Zerbrechung zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehören. Der zu flaserartigen Bändern aneinander gereihte Biotit, welcher meist auf der Grenze zwischen Quarz und Feldspath sich hinzieht, demonstrirt diese Vorgänge ebenfalls. Daneben hat eine ziemlich weitgehende Zersetzung Platz gegriffen, die

Digitized by Google

sich in der Kaolinisirung der Feldspäthe, in der Ausscheidung von Brauneisenerz aus dem jetzt kaum noch pleochroitischen, gelb gefärbten Biotit und in der Ansiedelung von zahlreichen kleinen Körnchen von Epidot zwischen den anderen Gesteinsbestandtheilen zeigt.

Auch in den Gneiss-Graniten von Tegele kommt ein Aplit vor. Er ist lichtfleischroth gefärbt, kleinkörnig und zeigt Andeutung von flaseriger Structur. U. d. M. zeigt er im Wesentlichen Übereinstimmung mit den zugehörigen Graniten und unterscheidet sich von ihnen nur durch reichlicheres Auftreten von Mikroklin und Muscovit und die geringe Betheiligung von Biotit, Titanit und Epidot. Das Gestein ist wie die Granite durch Metamorphose kataklastisch geworden und lässt die bei jenen beobachteten Erscheinungen in gleicher Art erkennen.

IV. Aplitischer Granitporphyr.

Ein sehr eigenthümliches Gestein ist das, welches im Granit von Kawalib in einem ca. 30 m breiten Gange auftritt. Es umschliesst ganze Blöcke des umgebenden Granits und zeigt am Salband und in der Gangmitte wesentlich verschiedene Ausbildung. In der Gangmitte, wo das Gestein eine graulichweisse Farbe zeigt, beobachtet man zahlreiche, bis 4 mm grosse, meist aber kleinere Einsprenglinge von gelblichweissem Feldspath, etwas weniger solche von farblosem Quarz und mehr sporadisch von dunkelbraunem, fast schwarzem Biotit in einer reichlichen feinkörnigen Grundmasse. Nach dem Salband des Ganges hin werden die Einsprenglinge spärlicher und spärlicher und verschwinden schliesslich am eigentlichen Salband gänzlich. Der letztere Theil des Ganges ist auch relativ am stärksten zersetzt und hat durch die Ausscheidung von Eisenoxyden aus den Schüppchen des Biotits eine gelbliche, nach der Rinde hin ockergelbe bis rostbraune Farbe angenommen. Durch das ganze Gestein lässt sich eine gewisse zuckerkörnige Beschaffenheit nicht in Abrede stellen. U. d. M. erkennt man auch den Feldspath als den weitaus herrschenden Theil der Einsprenglinge, und zwar ist es Mikroklin, welcher weit überwiegt gegenüber den anderen Feldspäthen. Nächst ihm lassen sich noch ziemlich zahlreiche

Digitized by Google

zwillingslamellirte Plagioklase beobachten, welche nach ihren optischen Eigenschaften dem Albit oder einem sehr kalkarmen Oligoklas angehören. Auch eine kleine Anzahl Orthoklasdurchschnitte sind zu finden, doch zeigt er zwischen gekreuzten Nicols durch sein geflammtes, faseriges oder geädertes Aussehen seine Zugehörigkeit zum Perthit an. Der Glimmer ist ein im durchfallenden Lichte graulichgelber, mit strohgelben und dunkelgrünlichbraunen Farbentönen stark pleochroitischer Biotit mit auffallend vielen pleochroitischen Höfen. Er ist optisch vollkommen einaxig und zeigt so starke Doppelbrechung, dass man im Dünnschliff stets noch deutlich den ersten Ring des Axenbildes beobachtet. — An der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligen sich neben weitaus vorherrschendem Quarz Orthoklas und sehr spärlich Biotit. Ausserdem sind vereinzelte Körnchen von Fluorit vorhanden. — Die Structur hat mancherlei Eigenthümlichkeiten (Fig. 1 u. 2 Taf. XXXVII). Betrachtet man den Dünnschliff mit der Lupe, so scheinen alle Einsprenglinge, ausgenommen den Glimmer, scharf begrenzt. U. d. M. aber und zwischen gekreuzten Nicols ist es anders. Gleichwie der Biotit in den grösseren Individuen eine ruinenhafte Begrenzung zeigt und in den kleinen Flitterchen der Grundmasse sich sogar dem dendritischen Aussehen nähert, oder wolkenartig zerschlitzten Blumenblättern gleicht, so sind die Einsprenglinge des Quarzes und Feldspaths allüberall etwas in die Grundmasse fortgewachsen und man erhält dadurch den Eindruck einer eben beginnenden Granophyrstructur. Das Quarzfeldspathgemenge der Grundmasse nähert sich der panidiomorph-körnigen Structur der Aplite und gewährt zwischen gekreuzten Nicols den Anblick eines unregelmässigen Pflasters. — Mit der Annäherung an das Salband nimmt der Fluorit etwas zu und der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse schwindet mehr und mehr. Dagegen nehmen an dem feinkörnigen Gemenge der Grundmasse jetzt auch Mikroklin und Albit theil, die man vorher darin nicht erkennen konnte. Dicht am Salband sind die Einsprenglinge gänzlich verschwunden und es macht sich nun ein Streben nach der Bildung von Mikropegmatit geltend. Nach Structur und Mineralbestand haben wir sonach ein Gestein vor uns,

Digitized by Google

welches seine Stellung zwischen den Apliten und Granitporphyren finden müsste. Die von einem meiner Schüler Herrn M. Schweig angefertigte Analyse II ergab folgendes Resultat:

Analyse II.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	72,6	1202	80,30
Al_2O_3	13,9	136	9,08
Fe_2O_3	0,8	5	0,33
FeO	0,8	11	0,73
MgO	Spur	—	—
CaO	0,2	4	0,27
Na_2O	6,2	100	6,68
K_2O	3,7	39	2,61
Glühverlust	0,8	—	—
Summe	99,0	1497	100,00

Aus dieser Analyse ist ersichtlich, dass das Gestein einen fast reinen Feldspathkern mit ca. 24 % darin gelöster überschüssiger Kieselsäure darstellt. Die geringen Mengen von Eisenoxyd und -Oxydul gaben zur Biotitbildung Veranlassung und die verschwindend kleine Quantität von Kalk tritt in den Albit ein, der ja, wie wir oben gesehen haben, einen wesentlichen Gemengtheil des Gesteines bildet. Wie schon z. Th. die Structur, so weist auch der chemische Bestand auf ein aplitisches, dem Paisanit ähnliches Gestein hin. Versuchen wir uns nun ein Bild von den Krystallisationsvorgängen in diesem Magma zu machen, so müssen wir zuvörderst betonen, dass nach den Untersuchungen von Schweig[1] ein solches Feldspathmagma so grosse Mengen von Kieselsäure nur bei exorbitant hoher Temperatur aufzunehmen vermöchte. Da aber das Magma durch die ersten Ausscheidungen von Mikroklin und Albit demonstrirt, dass es eine solch exorbitant hohe, 1500° C. übersteigende Temperatur nicht hatte, so müssen wir an die Gegenwart beträchtlicher Mengen von Wasser denken. Dann deutet aber die Structur des Salbandes auf rasche Abkühlung einerseits und schnellen Wasserverlust andererseits, während das Gewebe der Gangmitte mit seiner quarzreichen Grundmasse auf ein langes Festhalten des Wassers und mit seiner porphyrischen Structur auf langsame Abkühlung hinweist. Aus diesen Betrachtungen aber,

[1] S. die letzte Arbeit dieses Bandes.

Digitized by Google

wie auch aus den Einschlüssen von Granit, ergiebt sich auch, dass das Nebengestein des Ganges schon fest und relativ kalt geworden war, als das Ganggestein zur Eruption kam, dass also dieses jenem nicht unmittelbar genetisch verbunden sein kann.

V. Granitporphyr.

Ein bis zwei Stunden südlich von Kadero findet man zahlreiche Stücke eines dunkelfleischroth gefärbten, parallelepipedisch abgesonderten, nahezu splitterig brechenden Granitporphyrs, in welchem man mit blossem Auge nicht eben zahlreiche kleine Einsprenglinge von Orthoklas und Quarz erkennt. Die Verwitterungsrinde ist lichter gefärbt. U. d. M. erscheint das ganze Gestein fast nur aus Quarz und Feldspath zu bestehen, indem die Menge des stark chloritisirten, z. Th. ganz in Chlorit umgewandelten Biotits ausserordentlich gering ist. Seiner Zersetzung mögen auch die wenigen Erzpartikelchen ihre Entstehung verdanken. Die Structur des Gesteines ist typisch porphyrisch und die Einsprenglinge eines stark kaolinisirten Orthoklases, des Quarzes und des Biotits, liegen in einer feinkörnigen, im Wesentlichen granophyrisch struirten, aus Mikropegmatit bestehenden Grundmasse. Nur ganz local zeigt sich eine Annäherung an die mikrogranitische Structur. — Wie wir sehen ist auch für dieses Gestein wie für das vorher besprochene von Kawalib der geringe Gehalt an farbigen Silicaten und damit an zweiwerthigen Metallen charakteristisch und wir können es vom chemischen Standpunkt, nicht aber vom structurellen, den Apliten angliedern.

VI. Syenitporphyr.

Eine Gangspalte des Gneissgranits von Tegele ist erfüllt mit einem im relativ frischen Zustand dunkelfleischroth, im verwitterten lichtziegelroth aussehenden Syenitporphyr von dichter Beschaffenheit. Man erkennt darin mit der Lupe nur verhältnissmässig wenige, kaum 2 mm grosse Einsprenglinge von Orthoklas und vereinzelte Nesterchen von Epidot. U. d. M. sieht man neben den kaolinisirten Einsprenglingen von Orthoklas eine im Wesentlichen panidiomorph-körnige Grundmasse von gedrungenen Orthoklasleisten mit sehr wenig intersertalem

Digitized by Google

Quarz. Diese Grundmasse ist durchschwärmt von meist sehr kleinen Muscovitleisten, die scheinbar etwas flaserartig angeordnet sind; sie ist übersät mit kleinen Putzen oxydischer Eisenerze und nicht selten finden sich winzige Rhomboëder von bluthroth bis braun zersetztem Eisenspath. — Nach diesen Beobachtungen dürfte sich das Gestein von den weiter oben erwähnten Granitporphyren chemisch durch geringeren Kieselsäuregehalt und etwas grössere Mengen von Eisen unterscheiden. Mineralogisch hat es mit dem Granitporphyr von Kadero den Mangel an Mikroklin gemein und unterscheidet sich eben dadurch von dem aplitischen Gestein von Kawalib, dem es aber wieder structurell näher verwandt ist.

VII. Malchit-Gauteït-Gabbroporphyrit.

1. Das von Kadero stammende Gestein ist lichtgrau gefärbt, kleinkörnig und porphyrisch struirt. Der porphyrische Charakter wird durch zahlreiche, lichtgrünlichweiss aussehende bis 12 mm lange und 6 mm breite, meist aber kleinere Plagioklase und einzelne schwarze, in der Prismenzone wohlbegrenzte Hornblendesäulchen von ca. 5 mm Länge bestimmt. Ausserdem erkennt man in dem Gestein mit der Lupe einzelne grössere Krystalle von Pyrit. U. d. M. vermehrt sich dieser Mineralbestand um eine lichtgrünliche Hornblende neben der braunen, um etwas Quarz, Titanit, Apatit, Magnetit und Chlorit. Von diesen Mineralien gehörten wohl die grüne Hornblende, der Chlorit, vielleicht auch Titanit und Magnetit nicht dem primären Bestande an. — Der Feldspath tritt in zwei Generationen auf, als Einsprengling und als herrschender Bestandtheil der Grundmasse. Jene schon mit der Lupe als zwillingslamellirte Plagioklase erkennbar, haben durch Verwitterung eine starke Veränderung erfahren, indem sie aufs Innigste mit meist stark licht- und kräftig doppelbrechenden, gewöhnlich stengeligen bis blätterigen, selten körnerförmigen Substanzen durchsetzt sind, welche nach dem optischen Verhalten zum grössten Theile Hornblende, seltener Chlorit oder saussuritische Producte sein dürften. Dadurch ist die Zwillingslamellirung sehr stark verwischt. Die Feldspäthe der Grundmasse verhalten sich, was die Zersetzung betrifft, im Centrum meist wie die Einsprenglinge, nach aussen aber sind sie

Digitized by Google

frisch und unverändert. Ihre Form ist eine isometrische bis ganz schwach leistenförmige, die Begrenzung im Wesentlichen idiomorph mit ruinenartig gezacktem Rande und stellenweise kommt es zur Bildung von ganz geringen Mengen von Mikropegmatit. Die Zwillingsbildung ist meist eine einfache nach dem Karlsbader Gesetz, ganz selten nur ist polysynthetische Streifung vorhanden, die Auslöschung ist im Centrum grösser als am Rande und nimmt mit Annäherung an den Rand ganz allmählich ab. Auf die Natur dieser Feldspäthe wollen wir nachher noch einmal zu sprechen kommen. — Die primäre Hornblende ist braun, mit einem starken, zwischen lichtstrohgelb und lichtkastanienbraun wechselnden Pleochroismus und besitzt in der Prismenzone eine maximale Auslöschungsschiefe von ca. 15°. In dieser Zone wird sie begrenzt von den Formen {110} und {010}, wobei die erstere etwas vorherrscht. Öfters ist sie in eine bläulichgrüne, faserige Hornblendevarietät umgewandelt oder es sind auch unregelmässige Fetzen von Chlorit und vielleicht daneben Pyrit und die unregelmässigen farblosen Titanitkörnchen entstanden. — Der Apatit ist nur spärlich zu beobachten. — Die Structur (Fig. 3 Taf. XXXVIII) des Gesteins ist holokrystallinporphyrisch. Dabei neigt das Gewebe der Grundmasse zum panidiomorph-körnigen und durch die Ausfüllung der letzten Interstitien mit Quarz und Mikropegmatit zum mikrogranitischen. — Die chemische Zusammensetzung ergiebt sich aus folgender von Herrn D. Schimpff ausgeführten Analyse III.

Analyse III.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	62,07	10276	68,11
TiO_2	0,21	30	0,20
Al_2O_3	17,15	1678	11,13
Fe_2O_3	1,87	117	0,78
FeO	3,57	496	3,29
MnO	0,26	37	0,25
MgO	2,39	592	3,93
CaO	4,84	864	5,73
Na_2O	4,75	765	5,07
K_2O	2,15	229	1,52
P_2O_5	Spur	—	—
S	0,08	—	—
H_2O bei 110°	0,21	—	—
Glühverlust	0,97	—	—
Summe	100,52	15084	100,02

Digitized by Google

Hieraus ergiebt sich die Osann'sche Formel s 68,3, a 6,6, c 4,6, f 8,7, n 7,5. Berechnet man die Thonerde auf Alkali- bezw. Kalkfeldspath, den Rest des Kalkes zusammen mit den anderen zweiwerthigen Metallen als Metasilicate, so verbleibt ein Überschuss von rund 10 % freier Kieselsäure, was gegenüber dem mikroskopischen Befund etwas hoch erscheint, aber wir haben ja auch das Eisenoxyd nicht berücksichtigt. Das Verhältniss von Alkalifeldspath zu Kalkfeldspath stellt sich bei dieser Berechnung Ab : An = 3 : 1, wobei allerdings eine Verschiebung noch zu Gunsten des Alkalifeldspathes eintreten kann durch den Eintritt von Thonerde in den Amphibol. Das Verhältniss von Orthoklas zu Albit ist wie 3 : 10. Hieraus und aus den mikroskopischen Beobachtungen dürfte nun zu folgern sein, dass die ersten Ausscheidungen aus dem Magma, die Einsprenglinge, einem Andesin angehören, der auch im Kern der Grundmassefeldspäthe auftritt, welchen ich übrigens für synchron mit den Einsprenglingen halte. Im weiteren Verlauf der Feldspathkrystallisation muss dieser immer ärmer an Kalk, muss mehr und mehr Oligoklas werden; aber zuletzt überwiegt der Kaligehalt den Natrongehalt und man muss nun entweder an einen Mantel von Orthoklas oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, von Anorthoklas denken. — Wenn man sich nun fragt, wo das Gestein einzureihen sei, so kommt man in eine gewisse Verlegenheit, weil man sein Alter nicht kennt. Ist es ein (älteres) Ganggestein im Sinne von Rosenbusch, so muss man es nach dem chemischen und mineralogischen Befund bei den Dioritporphyriten oder bei den Malchiten einreihen. Will man es aber mit Ergussgesteinen vergleichen, so findet man die am meisten ähnlichen Gesteine bei den Quarzporphyriten und Daciten.

2. An dieses Gestein ist ein weiteres, an demselben Fundpunkt beträchtlich häufiger vorkommendes anzureihen. Es unterscheidet sich von dem vorhergehenden Gestein durch die dunkler graue Färbung, feineres Korn und grössere bis 20 mm lange und 3 mm breite, öfters zu Knäueln zusammengehäufte, ebenfalls grünlichweissspeckige Plagioklas-Einsprenglinge. U. d. M. tritt zu dem Mineralbestand des vorbesprochenen Gesteins Pyroxen hinzu und der Quarz fehlt. — Auch hier tritt der Feldspath in zwei Generationen, als Einspreng-

Digitized by Google

ling und Grundmasse, auf. Im ersteren Falle demonstrirt er sich durch die fast gerade Auslöschung gegen die Klinodiagonale auf M, durch den goniometrisch gemessenen Spaltungswinkel M : P 93° 17′ als ein Andesin oder kalkreicher Oligoklas. Die Umwandlung in Amphibol ist hier wie dort vorhanden, aber mehr auf den Kern beschränkt und z. Th. an die Spaltungsrisse geknüpft. Der Rand der Einsprenglinge ist wesentlich frischer als der Kern. Die Feldspäthe der Grundmasse zeigen meist etwas kürzere Leistengestalt, die vielfach in eine rectanguläre übergeht. Sie geben sich leicht als Oligoklas mit Mänteln von Orthoklas oder Anorthoklas zu erkennen, sind viel frischer als die Einsprenglinge, doch im Kerne auch etwas angegriffen, während der Rand ganz intact ist. Meist ist die Begrenzung ganz regelmässig, öfters aber auch ruinenartig. — Der Pyroxen ist monoklin, sehr licht gefärbt, fast farblos und als Einsprengling vollkommen idiomorph. Doch treten die Pyroxeneinsprenglinge gegenüber dem Feldspath sehr zurück. Die Auslöschungsschiefe auf der seitlichen Endfläche beträgt mehr als 40° gegen die Spaltrisse, was auf einen diallagartigen Augit hinweist. An der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligt sich der Augit in einer sehr eigenthümlichen Weise, indem er zumeist mit dem Feldspath poikilitisch verwachsen ist (Fig. 4 Taf. XXXVIII) und so gleichsam die Stelle des Mikropegmatits in dem vorhergehenden Gesteine vertritt. Die einzelnen Theile des im Feldspath öfters subradial angeordneten Pyroxens zeigen eine gemeinsame Auslöschung und das Ganze erinnert manchmal an Granophyr- oder Hornfelsstructur. Meist ist der Augit randlich in eine lichtgrasgrüne, seltener bläulichgrüne Hornblende umgewandelt, die auch in zahlreichen langen, farblosen oder ganz schwach grünlich gefärbten Nadeln das ganze Gestein durchspickt. Bei dieser Umwandlung haben sich Putzen von Titanit gebildet, welche nun in der secundären Hornblende stecken. — Möglicherweise waren auch geringe Mengen einer primären braunen Hornblende wie in dem vorhergehenden Gestein vorhanden, denn einige regelmässige bräunlich gefärbte Durchschnitte weisen darauf hin. — Das Erz ist offenbar zweierlei Art, denn einerseits finden sich vielfach Schnitte durch das Oktaëder, was auf Magnetit deutet, und andererseits kommen

Digitized by Google

auch zahlreiche lange Leistchen vor, die ich dem Titaneisen zuzusprechen geneigt bin. — Structurell ist das Gestein durchaus dem vorhergehenden ähnlich, holokrystallin-porphyrisch und die Grundmasse nahezu panidiomorph-körnig. Die Ausscheidungsfolge der wichtigeren Mineralien ist: Andesin, Augit, Hornblende, Oligoklas, Augit. — Von den chemischen Verhältnissen giebt die von Herrn Schweig angefertigte Analyse IV ein Bild.

Analyse IV.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	58,0	9603	64,49
Al_2O_3	16,1	1575	10,61
Fe_2O_3	4,0	250	1,68
FeO	6,2	861	5,78
MgO	1,8	446	2,99
CaO	5,1	911	6,12
Na_2O	5,5	886	5,95
K_2O	3,4	361	2,42
Glühverlust	1,1	—	—
Summe	101,2	14893	100,04

Daraus ergiebt sich die Osann'sche Formel s 64,5, a 7,19, c 1,93, f 10,88, n 7,1. Es ist das Gestein gegenüber dem vorhergehenden also ausgezeichnet durch geringeren Gehalt an Kieselsäure, höheren Gehalt an Alkalien und an Magnesia plus Eisenoxydul. Durch dieses Verhältniss wird die Ausscheidung von Quarz unmöglich gemacht, denn der Kieselsäurequotient fällt auf $k = 0{,}96$; es wird das Verhältniss von nicht an Thonerde im Feldspathmolecül gebundenen Kalk zum Rest der zweiwerthigen Basen ($FeO + MgO + MnO$), welches dort wie 1 : 6 war, günstiger für den Kalk und gleich 1 : 2,25, wodurch dort die Ausscheidung der Hornblende, hier die des Augits bedingt zu werden scheint. Wollte man nun die gesammte Thonerde als Feldspath berechnen, dann ergäbe sich die Ausscheidung eines Orthosilicates als Nothwendigkeit. Da von einem solchen aber nicht einmal Spuren gefunden wurden, so muss ein Theil der Thonerde im Pyroxen stecken. Dieser Antheil lässt sich nun aber berechnen unter der gewiss nicht ganz, aber doch nahezu zutreffenden Voraussetzung, dass das Eisenoxyd vollständig in

Digitized by Google

Form von Magnetit an der Gesteinszusammensetzung sich betheiligt. Unter Verzicht auf die Einzelheiten der Berechnung ergiebt sich in Molecularproportionen Folgendes:

$KAlSi_3O_8$	2888	ca. 70 % Feldspath
$NaAlSi_3O_8$	7088	
$CaAl_2Si_2O_8$	580	
$CaSiO_3$	1516	ca. 23½ % Augit
$MgSiO_3$	542	
$FeSiO_3$	1222	
$MgAl_2SiO_6$	525	
$FeFe_2O_4$	500	ca. 5½ % Magnetit.

Das Verhältniss der Feldspäthe zu einander stellt sich dann wie folgt: Ab : Or = 10 : 4 und (Ab + Or) : An = 13 : 1. Aus diesen Zahlen lassen sich auf die Vorgänge im Magma Schlüsse ziehen. Hoher Alkaligehalt mit niedrigem Gehalt an Kieselsäure bedingt die erste Ausscheidung des Oligoklas mit Kalkreichthum, jene Verhältnisse in Verbindung mit hohem Gehalt an Thonerde und zweiwerthigen Basen die gleichzeitige Bildung von Thonerde-haltigem Pyroxen. Durch diese Ausscheidungen, mit denen die Bildung der Eisenerze Hand in Hand geht, wird das Restmagma auf eine dem Alkalifeldspath nahestehende Zusammensetzung gebracht und es müssen demnach die Feldspäthe der Grundmasse oder die letzten Anwachszonen der Feldspatheinsprenglinge Alkalifeldspäthe sein. Nach dem optischen Verhalten kann aber nur Anorthoklas und kein monokliner Feldspath vorliegen. Mit ihm scheiden sich die letzten Reste der Metasilicate, im vorliegenden Falle in poikilitischer Verwachsung, aus. — Sieht man sich nach ähnlichen Gesteinen um, so findet man, dass es wie das vorhergehende Gestein unter den Ganggesteinen seine nächsten Verwandten wiederum unter den Natronminetten und Malchiten hat, sich von ihnen aber durch auffallend grossen Alkaligehalt bezw. sehr grosses a der Osann'schen Formel unterscheidet und damit dem Gauteït nähert. Unter den Ergussgesteinen passt es vortrefflich zu den Trachydoleriten.

3. Hier reiht sich noch ein anderes Gestein von Kadero an, welches grünlichgrau gefärbt, von feinkörniger Beschaffenheit und nicht porphyrisch ist. Mit der Lupe erkennt man darin nur kleine kurze Feldspathleisten, zahlreiche kleine

Digitized by Google

Amphibolsäulchen und einzelne kleine Calcitnester. U. d. M. sieht man ausserdem noch Pyroxen, sehr wenig Erz und Apatit, etwas reichlicher Chlorit und Titanitfetzen, spärlich Epidot. — Der Feldspath bildet nicht allzulange Leisten von ruinenhafter Begrenzung und ist im Kerne sehr stark von neugebildetem Amphibol durchsetzt, während der Rand frisch und wasserklar ist. Die Doppelbrechung ist im Kerne durch die Neubildungsproducte fast ganz verwischt, am Rande dagegen deutlich aber schwach. Zwillingslamellirte (mit feinen Lamellen) Individuen sind selten, öfters findet man solche mit ganz verschwommener Lamellirung und am häufigsten sind solche ohne eine Spur davon. Stets aber ist eine zonare Structur vorhanden, insoferne als die Auslöschung vom Centrum nach der Schale sich allmählich ändert. An mit THOULET'scher Lösung isolirten Stückchen kann man auf Schnitten nach P, welche jene Lamellirung erkennen lassen, eine geringe etwa $+5^0$ betragende Auslöschungschiefe bestimmen, die in Schnitten nach M etwa 5^0 bis 10^0 beträgt. Im convergenten Lichte sind Beobachtungen wegen der Kleinheit der Stücke und ihrer unvollkommenen Durchsichtigkeit nicht zu machen. Allem nach scheint es mir wahrscheinlich, dass auch dieser Feldspath wenigstens in seinem Rande einen Anorthoklas darstellt, während sein Kern vielleicht Oligoklas ist und jedenfalls ist eine, abgesehen vom fehlenden Quarz, Übereinstimmung mit dem ersten dieser Gesteine vorhanden. — Der Pyroxen ist ein farbloser Augit mit einer ca. 40^0 gegen die Verticalaxe betragenden maximalen Auslöschungsschiefe. Er zeigt keine idiomorphe Begrenzung, sondern tritt intersertal zwischen den Feldspäthen auf, doch scheint dann öfters der ruinenartig gezackte Rand der Feldspäthe zu fehlen. Idiomorphe Augite wurden nie beobachtet (Fig. 5 Taf. XXXIX). Vielfach ist das Mineral in Chlorit umgewandelt, der nun seinerseits interstitial zwischen den Feldspäthen liegt und öfters noch Putzen unzersetzten Augits umschliesst. Häufig findet sich auch der Augit mit einem Barte neugebildeter Hornblende umsäumt. In der Gesellschaft der Augitzersetzungsproducte findet man ausserdem unregelmässige Putzen seltener Krystalle von Titanit und einzelne Körner blassgelben Epidots, wie auch die Calcitnestchen sich wohl an die Stelle des Pyroxens gesetzt

Digitized by Google

haben. — Der Amphibol ist z. Th. sicher primär und entspricht dann dem aus dem p. 420 beschriebenen Gestein. Er ist lichtkastanienbraun, stark pleochroitisch und hat eine im Maximum ca. 15° gegen die Verticalaxe betragende Auslöschungsschiefe. Er ist in der Prismenzone idiomorph {110} {010} und wird randlich eingefasst von den Feldspäthen, die aber dann nicht ruinenartig gezackt sind und nach ihm hin der frischen Randzone ermangeln. Doch kommt auch intersertale Hornblende vor, die dann ausnahmsweise ein Augitkorn umschliesst, so dass man in Zweifel geräth, ob hier eine primäre oder, was wahrscheinlicher ist, secundäre Hornblende vorliegt. Die braune Hornblende ist in allmählicher Umwandlung in eine grüne Abart begriffen und es kommt nicht selten vor, dass sie dann einen uralitischen Bart hat. Zweifellos neugebildete uralitische Hornblende ist im Gestein allenthalben in einzelnen lichtgrünlich gefärbten Nadeln zerstreut. — Das Gesteinsgewebe ist nach dem Gesagten sehr merkwürdig. Auf den ersten Blick hält man es für lamprophyrisch, doch weicht es hiervon durch den intersertalen Augit ganz erheblich ab. Die Ausscheidungsfolge ist, abgesehen von den Accessorien, Hornblende (bei Beginn des Feldspaths noch gleichzeitig), Feldspath, Augit. — Der ganzen mikroskopischen Beschaffenheit nach steht das Gestein bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung zwischen den beiden vorhergehenden, hat malchitischen Habitus und wird mit dem ersten den höheren Gehalt an Magnesia und mit dem letzteren den niedrigeren an Kieselsäure und den höheren an Alkalien gemeinsam haben; damit träte es mehr in die Reihe der Kersantite bei den Ganggesteinen, von denen es sich aber structurell wesentlich unterscheidet, während der trachydoleritische Charakter der Ergussgesteine erhalten bleibt. Das Fehlen der porphyrischen Structur könnte auf andere Abkühlungsverhältnisse zurückgeführt werden.

4. An die eben besprochenen drei Gesteine, welche chemisch durch das starke Hervortreten des Alkalifeldspathkernes und des Eisens charakterisirt sind und sich mineralogisch durch das Auftreten von Anorthoklas- oder Orthoklasmänteln um die Plagioklase, structurell durch ein gewisses intersertales Gewebe auszeichnen, schliesst sich am

Digitized by Google

nächsten eines an, das im Chor bei Delen gefunden wurde. Äusserlich ist es dem Gestein No. 3 ähnlich, nur kann Calcit darin nicht nachgewiesen werden. Der Thongeruch beim Anhauchen ist sehr stark. U. d. M. erkennt man als Hauptbestandtheil den Plagioklas und neben ihm reichlich Hornblende, auch beträchtliche Mengen von Biotit, spärlich Titanit, Magnetit und Apatit. — Der zwillingsgestreifte Plagioklas ist frisch und zeigt Zonarstructur, aber keine Mäntel von Orthoklas oder Anorthoklas. Er bildet dicke Leisten von lamprophyrähnlicher Ausbildung und dürfte nach der optischen Untersuchung durchschnittlich etwa einem Andesin oder Labradorit(?) entsprechen. — Die Hornblende ist faserig, an den Enden ausgefranst, lichtbläulichgrün von Farbe und schwach pleochroitisch. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf klinopinakoidalen Schnitten ca. 22° gegen die Verticalaxe. Ihre Ausbildung ist keine idiomorphe, vielmehr liegt sie meist in einer Art von Nestern zwischen den Feldspathleisten, oder in einzelnen Stengeln zwischen diesen. Öfters umschliesst sie Putzen von Titanit und Magnetit. — Biotit findet man häufig in Begleitung der Hornblende, seltener allein. Er ist gelblichkastanienbraun und bildet unregelmässige Fetzen und Leisten, welche sich gerne randlich an den Amphibol anlagern. — Zur Beurtheilung der Structur muss man sich vergegenwärtigen, dass die vorhandene Hornblende zweifellos secundär ist, indem sie ihre Entstehung entweder einer primären braunen Hornblende oder einem Pyroxen oder beiden verdankt. Das primäre Mineral muss nun entweder intersertal aufgetreten sein oder vielleicht mit geringen Mengen Feldspath eine intersertale Grundmasse gebildet haben. Mir scheint nach Analogie mit dem vorhergehenden Gestein das erstere der Fall gewesen zu sein und demnach wäre die Hornblende secundär und im Wesentlichen aus intersertalem Augit und z. Th. aus primärem, idiomorphem, braunem Amphibol entstanden. Zieht man dann aus dem Mineralbestand einen Schluss auf die chemische Zusammensetzung, so ist man gezwungen, für das vorliegende Gestein grössere Armuth an Kieselsäure und Alkalien als für das vorhergehende anzunehmen. Damit entfernt sich das Gestein wie in seinem structurellen, so auch in seinem chemischen Habitus mehr und mehr von

Digitized by Google

den vorhergehenden Gesteinen und schliesst sich mehr den folgenden als basische Dioritporphyrite bezw. Gabbroporphyrite zu bezeichnenden Gesteinen an. Mit ihm haben auch gewisse später zu besprechende dioritische Orthogneisse von demselben Fundort, vom Golfan und Tagoi die grösste Ähnlichkeit.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung wurde von Herrn Sprockhoff noch eine Analyse (IV a) dieses Gesteines angefertigt, welche, wie man sieht, die vorstehenden Vermuthungen vollauf bestätigt.

Analyse IV a.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	51,97	8605	58,25
TiO_2	0,22	30	0,20
Al_2O_3	16,21	1586	10,74
Fe_2O_3	3,37	211	1,43
FeO	9,51	1321	8,94
MgO	3,68	912	6,17
CaO	7,67	1370	9,27
Na_2O	3,41	549	3,72
K_2O	1,75	186	1,26
Glühverlust	1,97	—	—
Summe	99,76	14770	99,98

Hieraus ergiebt sich die Osann'sche Formel s 58,5, a 3,4, c 3,9, f 12,7, n 7,5 und der Kieselsäurequotient k = 0,97. Mit Bezug auf die Feldspäthe lässt sich berechnen, dass Ab : Or = 3 : 1 und (Ab + Or): An = 5 : 3 ist. Dieses Verhältniss wird sich durch den Eintritt eines Theiles der Thonerde in den Amphibol für den Kalkfeldspath noch etwas ungünstiger gestalten, so dass im Wesentlichen Andesin vorliegen dürfte.

5. Diesem Gestein am nächsten steht ein etwa zwei Stunden südsüdwestlich von Kadero, wie auch bei Cordalla vorkommendes grünlichgraues, feinkörniges Gestein, in welchem man mit der Lupe schmale Tafeln eines triklinen Feldspathes, gut spaltende grüne Hornblende und einen schlecht spaltenden dunklen Gemengtheil erkennt. Seine Verwitterungsrinde ist braun. U. d. M. sieht man Plagioklas, Augit, Amphibol, Chlorit, Titaneisen und Apatit an dem Gesteinsgewebe theilnehmen. — Der Plagioklas ist nach seinen optischen Eigenschaften ein Labradorit. Er bildet lange, grossentheils idiomorphe Leisten, die sich regellos durchkreuzen und mit guter Krystallbegrenzung in den dunklen Gemengtheilen

Digitized by Google

endigen. Sein Kern, offenbar kalkreicher, ist mit zahllosen Fetzen und Nadeln einer secundären blassgelblichgrünen Hornblende erfüllt. — Der Pyroxen, welcher ausschliesslich intersertal auftritt, ist ganz blassröthlich gefärbt, zeigt kaum merkbaren Pleochroismus und krystallisirt monoklin. Seine Auslöschungsschiefe beträgt auf Schnitten der Prismenzone im Maximum ca. 40° gegen die Verticalaxe. Gar häufig ist er vom Rande oder von den Sprüngen aus in einen lichtbläulichgrünen, faserigen Amphibol von 15° bis 18° Auslöschungsschiefe umgewandelt. Dieser ist dann bald mehr parallel-stengelig, bald mehr verworren-faserig und im letzteren Falle die ophitische Structur des Gesteines gerne versteckt. Ausserdem kommt aber auch etwas Chlorit als Umwandlungsproduct des Pyroxens vor. — Neben der secundären aus Augit entstandenen grünen Hornblende kommt aber auch primäre vor. Sie tritt bald als Einschluss von unregelmässiger Gestalt im Augit auf, ist dann unzersetzt und zeigt lichtkaffeebraune Farbe mit kräftigem Pleochroismus, bald umrandet sie den Augit oder sie bildet selbständige intersertale Felder. In den beiden letzteren Fällen wandelt sie sich gerne vom Rande aus in eine compacte, blaugrüne Varietät um. Die frische braune Hornblende hat auf (010) nur eine Auslöschungsschiefe von ca. 15° gegen die Verticalaxe, welche sich bei der Umwandlung in blaugrüne etwas vergrössert. — Das Eisenerz ist theilweise erst bei der Umwandlung der Augits entstanden, bildet dann Körner, welche wohl Magnetit sein dürften. Theilweise sind es durchbrochene, gitterartige Krystalle, und Krystallskelette von beträchtlicher Grösse, welche vermuthlich primär sind und dem Titaneisen angehören. — Apatit ist reichlich in dünnen, langen Säulchen zu beobachten. — Structurell (Fig. 6 Taf. XXXIX) schliesst sich dieser Gabbroporphyrit den Diabasen oder Doleriten an, zu denen er auch chemisch und mineralogisch die nächsten Beziehungen hat.

6. Ein anderes, 2 Stunden nördlich von Kadero gangförmig auftretendes Gestein gehört ebenfalls hierher. Es ist dunkelgrau, im verwitterten Zustande braun und feinkörnig. Mit der Lupe erkennt man Täfelchen und Leisten von zwillingslamellirtem Feldspath. U. d. M. zeigt sich das Gesteins-

Digitized by Google

gewebe aus Plagioklas, Pyroxen, Amphibol, Biotit, Magnetit, Apatit und etwas Serpentin zusammengesetzt. — Der Plagioklas, dem nach seinen optischen Eigenschaften die Zusammensetzung eines Labradorits oder sehr kalkreichen Andesins zukommt, tritt in Form ziemlich breiter Leisten in divergentstrahliger Anordnung auf. Die Leisten zeigen ruinenartige Begrenzung und behindern sich vielfach gegenseitig in der Ausbildung. Neben der Zwillingsbildung ist ausgezeichnete Zonarstructur in sehr feiner Schichtung mit im Allgemeinen recurrirender Zusammensetzung vorhanden. Hin und wieder liegt dazwischen eine sehr dünne Schale, welche durch die grössere Auslöschungsschiefe und sehr starke Doppelbrechung so sehr vom übrigen abweicht, dass man an Anorthit denken muss. Die Feldspäthe sind frisch und wasserklar. In den zwischen diesen Feldspäthen gelassenen Interstitien liegen als Grundmasse die anderen Mineralien gemengt mit kleineren, sonst aber mit den grösseren gleichartigen Feldspathleisten. — Der Pyroxen ist zum weitaus grössten Theile ein rhombischer, und zwar, wie es scheint, ein Hypersthen. Dieser bildet meist unregelmässige Körner, welche sich in ihrer Form vielfach gerundeten kurzen Säulen nähern oder in sie übergehen und damit idiomorphe Ausbildung erlangen. Ihre Farbe ist ganz blassröthlich, der Pleochroismus kaum wahrnehmbar. Neben der recht vollkommenen Spaltbarkeit nach {110} ist eine, besonders bei starker Vergrösserung deutlich sichtbare Faserung oder Streifung nach der Verticalaxe vorhanden. Manchmal sieht es so aus, als ob der Hypersthen sich in den Feldspath hineingefressen hätte. — Neben dem Hypersthen kommt in geringerer Menge ein monokliner Augit vor, der der Farbe nach fast vollkommen mit jenem übereinstimmt. Er bildet ganz ähnliche Körner wie jener, aber die mangelnde Längsfaserung, die lebhaften Polarisationsfarben, eine gegen 40° betragende Auslöschungsschiefe in klinopinakoidalen Schnitten machen ihn leicht kenntlich. In grösseren Individuen beobachtet man öfters vielfache Zwillinge, die dem Plagioklas vergleichbar sind. Nicht selten umrandet der Augit den Hypersthen so, dass man an eine Resorption des letzteren denken muss, ja manchmal sind nur noch einzelne gerundete oder zerfressene Körner von Hypersthen im Augit vorhanden.

Digitized by Google

Auch gesetzmässige Verwachsung von Augit mit Hypersthen kommt vor. Sie ist gewöhnlich so beschaffen, dass dort, wo ein grösseres Augitkorn mit dem rhombischen Pyroxen in Berührung ist, jener dünnere oder dickere Lamellen in den letzteren hineinsendet. Solche Lamellen sind der Zwillingslamellirung vergleichbar und sinken oft zu äusserster Feinheit herab (Fig. 7 Taf. XL). — Die nur spärlich in einzelnen allotriomorphen Stücken vertretene Hornblende ist kaffeebraun und zeigt starken normalen Pleochroismus. Sie besitzt auf (010) beträchtliche, bis zu 20—25° betragende Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstracen. Auch sie umschliesst zerfressene und gerundete Stücke von Hypersthen, wie sie auch monoklinen Augit umschliesst. Aber auch im Augit kommt sie als Einschluss von unregelmässigen Fetzen vor. — Ganz analog der Hornblende verhalten sich die wenigen Fetzen eines kastanienbraunen, stark pleochroitischen Biotits. — Der mit den farbigen Gemengtheilen vergesellschaftete Magnetit bildet meist ziemlich grosse, gute, einzeln liegende Krystalle, doch ist er manchmal auch in Häufchen im rhombischen Pyroxen in einer Art poikilitischer Verwachsung zu beobachten. Selten umschliesst er in Form eines Kranzes einheitliche Hypersthene von den Umrissen des Olivins (Fig. 8 Taf. XL), wie es auch vorkommt, dass ein Kränzchen von Magnetitkörnern eine wie angeschmolzen aussehende Partie von faserigem, grüngelbem Serpentin mit Maschenstructur umschliesst und das Ganze dann von Hypersthen umschlossen wird. Demnach dürfte ursprünglich Olivin in dem Gestein vorhanden gewesen sein. — Die Ausscheidungsfolge muss also in dem Gestein folgende gewesen sein: Olivin, Feldspatheinsprenglinge, Hypersthen und Resorption des Olivins und z. Th. des Feldspaths, Augit z. Th. noch gleichzeitig mit dem Hypersthen und unter theilweiser Resorption des letzteren; Hornblende, Biotit und Feldspath zweiter Generation; Magnetit mit der Hypersthenbildung beginnend und bis zum Schlusse sich fortbildend. — Die Structur ist holokrystallinporphyrisch mit grosser Annäherung an das Ophitische. Nach Mineralbestand und Structur wäre das Gestein bei den Hypersthen-Andesiten einzureihen. — Die chemischen Verhältnisse sind aus der von mir ausgeführten Analyse V ersichtlich.

Digitized by Google

Analyse V.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	51,80	8576	57,00
TiO_2	0,51	73	0,49
Al_2O_3	16,01	1567	10,42
Fe_2O_3	5,80	363	2,41
FeO	8,70	1208	8,03
MgO	5,00	1239	8,24
CaO	8,25	1473	9,79
Na_2O	2,40	386	2,57
K_2O	1,50	159	1,06
Summe	99,97	15044	

Aus der vorstehenden Analyse ergiebt sich die Osann'sche Formel: s 57,5, a 2,45, c 4,55, f 13,0, n 7,1 und der Kieselsäurequotient k = 1,04. Wenn man sich nun in Ansehung dieser chemischen Verhältnisse ein Bild von den Vorgängen bei der Krystallisation des Magmas zu machen versucht, so erhebt sich zuvörderst die Frage, wie es bei einem so hohen Kieselsäurequotienten zur Abscheidung von Olivin kommen kann? Wie die Analyse VII bezeugt, ist dort in einem Gestein, dessen k unter 1,0 fällt, eine Olivinabscheidung nicht nachweisbar. Ein Vergleich mit jenem Gestein kann uns daher vielleicht Aufklärung bringen. Zunächst muss man annehmen, dass in einem solchen Magma auch Fe_2O_3 als Base fungirt und so Kieselsäure bindet, dann kommen wir sehr angenähert auf den Quotienten k = 1,0, aber immer noch nicht zur chemischen Nothwendigkeit von Bisilicaten. Wir stellen nun zwischen den Gesteinen mit den Analysen VII und V folgende Verhältnisse fest:

		VII		V
$Na_2O + K_2O$	: CaO (im Feldspathmolecül)	1 : 0,8	resp.	1 : 1,9
$Na_2O + K_2O$	: FeO + MgO	1 : 3	„	1 : 4,4
MgO	: FeO	3 : 4	„	1 : 1
CaO (Rest)	: MgO + FeO	1 : 4	„	1 : 5,4
CaO (insgesammt)	: MgO + FeO	1 : 1,3	„	1 : 1,66
CaO (insgesammt)	: MgO	1 : 0,79	„	1 : 0,83

Daraus ersehen wir aber, dass Olivin sich abgeschieden hat in demjenigen Gestein, welches einen kalkreicheren Feldspath enthält, bei dem FeO + MgO den relativ grösseren Werth hat, die Magnesia über das Eisenoxydul überwiegt, MgO + FeO die Menge des im Metasilicat gebundenen und des Kalkes überhaupt stärker übertreffen, Magnesia zum Kalk

Digitized by Google

in einem für erstere günstigeren Verhältniss steht. Alles in Allem müssen wir die Abscheidung des Olivins in dem vorliegenden Gestein als eine Folge der Übersättigung des Magmas mit Magnesium ansehen. Hypersthene schmelzen leichter als Olivine (Doelter), magnesiumärmere leichter als daran reichere, folglich stellt ein an Eisen nicht allzureicher Olivin das am schwersten lösliche zweier möglichen Silicate dar und bildet sich zuerst. Nachdem dann durch die Ausscheidung eines Theiles Feldspath die Löslichkeitsbedingungen für das Magnesiumsilicat bessere geworden sind, löst sich der abgeschiedene Olivin wieder auf und statt seiner scheidet sich Hypersthen ab. Da aber inzwischen das Magma ärmer an Kieselsäure (durch Feldspathbildung) wurde, so spielt jetzt das Eisenoxyd die Rolle einer Säure und es scheidet sich Magneteisen ab. Wenn durch die Hypersthenbildung in dem Magma der Kalk stark angereichert worden ist, so muss sich Augit mit den letzten Resten des Feldspaths ausscheiden. So etwa müsste man sich die Krystallisationsvorgänge vorstellen, es bliebe aber experimentell zu eruiren, ob, wie es nach dem Obigen wahrscheinlich ist, die Löslichkeit der Magnesia mit dem Kalkgehalt des Magmas fällt oder ob sie steigt.

Das Gestein ist seinem chemischen Bestand nach von trachydoleritischem Habitus, wenn auch eine Annäherung an die Basalte und Andesite in chemischer und mineralogischer Hinsicht nicht zu leugnen ist, im Zusammenhang mit den anderen Gesteinen haben wir es jedoch als Gabbroporphyrit zu bezeichnen.

7. Ferner gehört hierher ein in schmalen Gängen im Gneiss am Gebel Tagoi aufsetzendes dunkelgraues, feinkörniges Gestein, in welchem man mit blossem Auge nur eine grössere Anzahl von porphyrischen, wenige Millimeter grossen Plagioklasleisten erkennt. U. d. M. zeigen sich Plagioklas, Augit, Hornblende und wenig Erz und Apatit. — Der Feldspath ist durchweg ein frischer, sehr einschlussarmer, zwillingsgestreifter Plagioklas von sehr selten zonarem Bau. Die Auslöschungsschiefe von -20^0 auf M und das stark nach der Seite verschobene Axenbild deuten auf eine dem Labradorit oder Bytownit nahestehende Mischung. Die Einsprenglinge sind reichlich vorhanden, keineswegs aber sehr vollkommen idiomorph begrenzt, sondern scheinen vielmehr mit der Grund-

Digitized by Google

masse noch fortgewachsen zu sein. Diese bildet, soweit sie Feldspath ist, unregelmässig bis divergentstrahlig angeordnete Leisten. — Der Pyroxen ist ein violettbrauner, monokliner Augit mit sehr schwachem, zwischen mehr röthlichen und mehr braunen Farben wechselndem Pleochroismus. Er tritt überall nur intersertal zwischen den Feldspathleisten auf und ist meist in eine grüne, stengelige, uralitische Hornblende umgewandelt, welche auch sonst im Gesteinsgewebe weit verbreitet ist und schwachen, von blassgrünlich bis bläulichgrün wechselnden normalen Pleochroismus zeigt. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) ca. 16° gegen die Verticalaxe. — Das Erz ist Magneteisen, das in einzelnen Krystallen, in gestrickten Formen und unregelmässigen Putzen auftritt. Meist ist es in Limonit zersetzt. — Die Structur ist porphyrisch mit ophitisch struirter holokrystalliner Grundmasse, wo sie nicht durch die secundäre Hornblende verwischt ist. Man dürfte demnach dieses Gestein ebenfalls am besten bei den Gabbroporphyriten oder Diabasporphyriten einreihen und den vorhergehenden beiden Gesteinen besonders 7. vergleichen.

8. Im Chor bei Delen tritt in den krystallinischen Schiefern ein schwarzes, specifisch schweres, dichtes Gestein auf, welches spärliche, bis 10 mm lange und 5 mm dicke Einsprenglinge von grünlichweissem Plagioklas enthält. Auch u. d. M. (Fig. 9 Taf. XLI) ist das Gestein äusserst feinkörnig und die weitaus herrschende Grundmasse besteht aus feinen, vielfach besenartig angeordneten Feldspathleistchen von verhältnissmässig sehr grosser Länge und äusserst geringer Breite und Dicke. Dazwischen liegen zahllose, winzige, grünlichgelbe Augitkörnchen und sehr reichlich Erz in gestrickten Leisten und Täfelchen. Diese Täfelchen sind braun durchscheinend und vielfach dendritisch aggregirt. Die Ästchen legen sich dem Hauptstamm unter einem Winkel von ca. 60° an. Der Umriss der Einzelkryställchen lässt sich aber nicht einmal mit Immersionssystem erkennen. Auch diese Erzskelette, welche wohl dem Titaneisen angehören dürften, zeigen sich untereinander besenartig verbunden und die Büschel bestehen dann gerne abwechselungsweise aus Feldspathleistchen oder Augitkörnern mit Erzskeletten. Das gleiche Erz kommt auch in isolirten, sehr kleinen, unregelmässigen, bräunlich durchscheinenden

Digitized by Google

Blättchen vor und daneben finden sich noch kleine, meist quadratisch begrenzte Durchschnitte eines undurchsichtigen, für Magnetit gehaltenen Erzes. — In dieser Grundmasse liegen nun als Einsprenglinge einzelne grosse, durch starke Resorptionserscheinungen buchtig begrenzte Plagioklase und viele sandartige Körner von Quarz. Diese Quarzkörner sind z. Th. einheitlich, z. Th. aus mehreren Individuen zusammengesetzt und zeigen bald ungestörte, bald undulöse Auslöschung. — Der chemische Bestand ergiebt sich aus nachstehender Analyse VI, die ich meinem Assistenten, Herrn Sprockhoff, verdanke.

Analyse VI[1].

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	52,53	8697	61,11
TiO_2	0,69	98	0,69
Al_2O_3	14,77	1445	10,15
Fe_2O_3	10,03	627	4,41
FeO	7,46	1060	7,44
MnO	Spur	—	—
MgO	2,72	673	4,73
CaO	5,43	970	6,82
Na_2O	3,02	468	3,42
K_2O	1,85	196	1,38
Glühverlust	1,74	—	—
Summe	100,24	14234	100,15

Es ergiebt sich daraus die Osann'sche Formel: s 61,8, a 4,03, c 4,50, f 11,47, n 7,1, k 1,16. Das Gestein unterscheidet sich von der Analyse V durch einen beträchtlich höheren Kieselsäurequotienten, durch das stärkere Hervortreten der Alkalien und die geringere Menge an nicht im Feldspath gebundenen zweiwerthigen Metallen. Gegenüber der Analyse III beruht der Unterschied wesentlich in geringerem Gehalt an SiO_2 und Alkalien. Da nun der Kieselsäuregehalt in Form von Quarz zweifellos von einem eingeschmolzenen fremden Gestein herrührt, so ist das Gestein wohl nur mit der Analyse V bezw. mit der noch folgenden Analyse VII zu vergleichen und man könnte sich die Veränderung des Magmas durch die Auflösung von Granit hervorgebracht denken. Dadurch müsste ja in der Osann'schen

[1] P_2O_5 0,61 %, nachträglich bestimmt, wäre noch von Fe_2O_3 abzuziehen.

Digitized by Google

Formel mit dem Kieselsäurequotienten der Werth für s und a erhöht, der für f erniedrigt werden. Aus dem primären Magma wären die ersten Ausscheidungen Hypersthen und sehr kalkreicher Feldspath, aus dem durch die Granitaufnahme veränderten Magma aber ein Andesin oder Oligoklas und je nach dem Verhältniss zwischen Kalk und Magnesia Augit oder Hornblende. Somit mussten aus dem ersten primären Magma vor der Granitaufnahme ausgeschiedene Labradorite oder Bytownite wieder aufgelöst werden und ferner musste infolge der starken Anreicherung der Kieselsäure das Eisenoxyd in Form des Magnetit gefällt werden. Alle diese Annahmen sind mit dem mikroskopischen Befund im Einklang. Daher stehe ich nicht an, das Gestein mit dem vorhergehenden und nachfolgenden in eine Gruppe zu stellen, wenngleich es infolge secundärer Umstände den Charakter der Kersantite und Ortlerite angenommen hat.

9. Zu diesen Gesteinen gehören endlich noch die zwei schmalen Gänge, welche im Gneiss-Granit von Tegele aufsetzen. Es sind dunkelgraue bis fast schwarze Gesteine von dichter Beschaffenheit und mit zahlreichen, nur wenige Millimeter grossen Einsprenglingen von Plagioklas. Ihre Verwitterungsrinde ist gelbbraun. U. d. M. unterscheiden sich beide Gesteine nur durch die Korngrösse, welche bei dem einen wenig bedeutender ist als beim anderen. Von Mineralien erkennt man neben Plagioklas als Einsprengling einen rhombischen Pyroxen, und in der Grundmasse Plagioklas, Augit, viel Magneteisen und etwas Apatit. — Der Feldspath der Einsprenglinge ist ein Andesin, der der Grundmasse, wie es nach den optischen Verhältnissen scheint, ein kalkreicher Oligoklas. Durchgehends ist er wasserklar und frisch und nur in der Verwitterungsrinde kaolinartig getrübt. Die Einsprenglinge zeigen gute und vollkommene Begrenzung und sind dicktafelförmig, die Grundmassefeldspäthe stellen bald kleine Leisten in theilweise fluidaler Anordnung dar, oder die Leisten werden etwas grösser, womit auch die Fluidalstructur schwindet und sich eine Annäherung an das Divergentstrahlige geltend macht. — Der rhombische Pyroxen, welcher nur als Einsprengling auftritt, ist ein ganz licht röthlich, fast weiss gefärbter, kaum pleochroitischer Hypersthen. Er bildet

Digitized by Google

ziemlich lang säulenförmige, etwas gerundete Krystalle, an denen Spaltbarkeit und Absonderung gut zu beobachten sind. Zwillingsähnliche Verwachsungen mehrerer Krystalle kommen öfters vor. — Monokliner Augit von 40° Auslöschungsschiefe auf (010) nimmt reichlich an der Zusammensetzung der Grundmasse Theil. Er ist in frischem Zustande bräunlich, in etwas zersetztem grünlich gefärbt und bildet unregelmässige Körner, deren Begrenzung öfters an das intersertale Auftreten erinnert. — Das Magneteisen ist in beiden Gesteinen sehr reichlich vorhanden. In dem groberkörnigen Gestein bildet es meist kleine, wohl ausgebildete Oktaëderchen, in dem feinerkörnigen gestrickte Skelette, welche das Gestein ganz durchspicken. Ausnahmsweise finden sich einzelne grössere Krystalle, deren Umrisse auf das Rhombendodekaëder als Krystallform hinweisen. — Apatit konnte trotz des hohen Phosphorsäuregehaltes des Gesteins nur in ganz vereinzelten Kryställchen nachgewiesen werden. — Die Ausscheidungsfolge ist offenbar: Hypersthen und Feldspatheinsprenglinge, Magnetiteinsprenglinge, dann Feldspath z. Th. noch gleichzeitig mit dem Augit und mit beiden gleichzeitig die kleinen Magneteisenkrystalle und Krystallskelette. — Die Structur ist holokrystallin porphyrisch mit einer Annäherung der Grundmassestructur an das ophitische. — Beifolgende, von Herrn D. Schimpff an der groberkörnigen Varietät ausgeführte Analyse VII giebt ein Bild der chemischen Verhältnisse.

Analyse VII.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	49,05	8121	56,12
TiO_2	0,32	46	0,32
P_2O_5	1,39	123	0,85
Al_2O_3	13,73	1343	9,50
Fe_2O_3	8,26	516	3,56
FeO	9,31	1293	8,94
MnO	0,41	58	0,40
MgO	3,96	981	6,78
CaO	7,01	1252	8,65
Na_2O	3,34	538	3,72
K_2O	1,89	200	1,38
H_2O bei 110° C.	0,68	—	—
Glühverlust	0,62	—	—
Summe	99,97	14471	100,22

Digitized by Google

Hieraus ergiebt sich die Osann'sche Formel: s 57,3, a 3,41, c 2,95, f 13,64, n 7,3 und man erhält von den Vorgängen im Magma folgendes Bild: Bei dem geringen Kieselsäuregehalt (k 0,96) tritt das dreiwerthige Eisen in die Rolle der Säure und es scheidet sich Magnetit in grossen Mengen neben gleichzeitig sich bildendem Feldspath ab. Bei dem nun starken Überwiegen des Eisens und Kalkes über die Magnesia kann es nicht mehr zur Bildung von Olivin kommen und es scheidet sich Hypersthen ab. Hierauf folgt die Bildung der Grundmassefeldspäthe und des Augits. — Auch dieses Gestein gehört der gleichen Gruppe an wie die vorhergehenden. Dies demonstrirt sich ganz besonders in den Grössen von f, s und k.

VIII. Tinguäitische Ganggesteine.

1. Etwa 4 km westlich von Kadero tritt ein etwa 80 m hoher, kuppenförmig ausgewitterter, ca. 30—40 m breiter, in W. streichender Gang eines grauen, sehr feinkörnigen Gesteins mit brauner Verwitterungsrinde auf, in welchem man mit der Lupe vereinzelte Sanidinleistchen, Titanitkryställchen und Noseandurchschnitte erkennt. U. d. M. bemerkt man neben jenen Mineralien noch Augit, Amphibol und Magnetit. — Der Feldspath ist durchgehends ein dünntafelig bezw. leistenförmig ausgebildeter Sanidin, der z. Th. in Form von vereinzelten, grösseren Einsprenglingen, zum überwiegenden Theil aber in kleinen, der Grundmasse angehörigen Leistchen auftritt. — Das stets idiomorphe, durch Resorption buchtig begrenzte Mineral der Hauyngruppe ist an sich farblos, aber meist folgt auf eine schmale, dem Resorptionsrande angepasste, wahrscheinlich in zweiter Generation angewachsene, vollkommen wasserklare Zone, ein von aussen nach innen mit den bekannten dunklen Nadeln in regelmässigem Gittergewebe durchspickter Ring, der wohl seine Entstehung den Resorptionserscheinungen verdankt, denn bei den in den Sanidineinsprenglingen eingeschlossenen Individuen ist weder Resorption noch Ausscheidung der dunklen Nadeln zu beobachten. Nach dem Schwefelsäuregehalt des Gesteins hat man es wohl mit Nosean zu thun. — Der Nephelin ist in ziemlich zahlreichen, idiomorphen Einsprenglingen vorhanden, welche aber den Feldspath an Grösse nicht erreichen. Ausser-

Digitized by Google

dem tritt er aber noch recht reichlich als letztes Ausscheidungsproduct in der Grundmasse in Form von Füllmasse zwischen den Feldspathleisten der Grundmasse auf. — Nicht gerade spärlich tritt in dem Gestein eine braune, idiomorphe, stets aber unter Neubildung von Augit und Magneteisen stark resorbirte Hornblende auf. Sie besitzt kräftigen Pleochroismus von normaler Orientirung und auf (010) eine 15° gegen die Verticalaxe nicht übersteigende Auslöschungsschiefe. Der bei der Resorption entstehende Augit stellt seltener einheitliche Krystalle, häufiger ein subparalleles Aggregat vieler Einzelkryställchen dar, die wohl ägirinartiger Natur sein dürften. Auf der Grenze von Augit und Hornblende findet sich in der Regel ein Magnetitkränzchen, so dass es den Anschein gewinnt, bei der Resorption des Amphibols werde zuerst Magnetit gebildet, dieser aber später bei der Augitbildung wieder resorbirt. — Der Pyroxen tritt einerseits in ziemlich grossen, zonar gebauten Einsprenglingen und gelblichen, nicht zonar gebauten Grundmasseindividuen auf, deren Dimensionen sich durchweg in sehr engen Grenzen halten. Bei den Einsprenglingen wechseln saftgrüne mehr ägirinartige und bräunlichgrüne mehr diopsidartige Zonen miteinander ab. Die Auslöschungsschiefe schwankt in klinopinakoidalen Schnitten um 36° gegen die Verticalaxe und ist etwas grösser in den grünlicher gefärbten Zonen. — Titanit in lichtweingelben, gut automorphen Krystallen ist ein häufiger, Magnetit, abgesehen von den Resorptionszonen am Amphibol, ein spärlicher Gemengtheil. — Die Structur ist holokrystallin-porphyrisch. Die Grundmasse besteht vorherrschend aus Sanidinleisten in ausgesprochen fluidaler Anordnung, und zwischen ihnen eingeklemmt findet sich als letztes Krystallisationsproduct der Nephelin und Augit. Der Habitus ist also etwas trachytoid. — Die Ausscheidungsfolge stellt sich so dar: Nosean, Hornblende, Resorption des Noseans mit gleichzeitiger Bildung der Feldspatheinsprenglinge, Augiteinsprenglinge und Resorption des Amphibols, Neubildung von Nosean, Nephelineinsprenglinge, Sanidin der Grundmasse, Augit und Nephelin der Grundmasse. — Der chemische Bestand ergiebt sich aus der von Herrn D. Schimpff angefertigten Analyse VIII.

Digitized by Google

Analyse VIII.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	52,48	8698	60,14
TiO_2	0,66	94	0,64
P_2O_5	Spur	—	—
SO_3	0,80	100	0,66
Al_2O_3	19,28	1887	13,05
Fe_2O_3	4,00	250	1,73
FeO	2,93	407	2,81
MnO	0,48	68	0,46
MgO	1,34	332	2,30
CaO	4,01	716	4,95
Na_2O	8,66	1395	9,65
K_2O	4,91	521	3,61
H_2O bei 110° C.	0,29	—	—
Glühverlust	1,17	—	—
Summe	101,01	14468	100,00

Hieraus ergiebt sich die Osann'sche Formel s 61,4 a 11,6, c 0, f 8,4, n 7,3. Auffallend an der chemischen Zusammensetzung ist in erster Linie der grosse Gehalt an Eisen, besonders an Oxyd, das nach dem mikroskopischen Befund geringer Mengen von Eisenerzen zum grösseren Theil im Ägirinmolecül oder Jadeitmolecül vorhanden sein muss. Die übrigen durch die Analyse gelieferten Daten stimmen durchaus mit dem mikroskopischen Bilde. Die geringe Menge von Kieselsäure bei beträchtlichem Gehalt an Thonerde spricht bei vorherrschendem Natriumgehalt für die reichliche Anwesenheit des Nephelinmolecüls, die Schwefelsäure für die Bildung des Noseans. Dem grossen Kalkgehalt ist die spätere Resorption der Hornblende zuzuschreiben. — Allen mikroskopischen und chemischen Verhältnissen nach muss man das Gestein bei den Tinguáiten oder Phonolithen einreihen, und zwar spricht gerade der hohe Eisengehalt zu Gunsten der ersteren.

2. Etwa 1½ Stunden südlich von Kadero kommt am Westrande der Berge noch ein anderes, etwas abweichendes, aber hierher gehöriges Gestein vor. Es ist von lichtgrünlichgrauer Farbe, sehr dicht und besitzt splitterigen, feuersteinartigen Bruch mit mattem, glanzlosem Aussehen. Mit der Lupe erkennt man darin einzelne bis 2 mm grosse Nephelin-

Digitized by Google

durchschnitte und vereinzelte winzige Körnchen von Eisenkies. Die Verwitterungsrinde ist schmutzigweiss. U. d. M. erscheinen neben dem Nephelin ein Mineral der Hauyngruppe, Sanidin, Ägirin und Reste eines farblosen Glases. — Der Nephelin tritt sowohl in porphyrischen Einsprenglingen als auch durch alle Zwischenstufen verknüpft in kleinen Krystallen in der Grundmasse auf. Im ersteren Falle sind mit ihm zahlreiche feine, farblos durchsichtige Nädelchen derart gesetzmässig verwachsen, dass sie sich auf den Prismenflächen mit ihrer Längsrichtung parallel und senkrecht zur Verticalaxe des Nephelins orientiren. Dadurch entsteht auf dem Prisma des letzteren eine Art Gitter- und auf der Basis eine zonare Structur. Der Nephelin ist frisch und unzersetzt. — Das nur als Einsprengling auftretende Hauynmineral ist nach dem chemischen Befund ein Sodalith. Es sind einzelne grosse, stark zersetzte, farblose Individuen mit nur ganz schwachen Resorptionserscheinungen. — Der Feldspath ist nicht allzu reichlich, und zwar nur in der Grundmasse vorhanden. Er bildet dort meist äusserst feine, kurze, z. Th. nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingte Leistchen, die nicht selten büschelförmig oder eisblumenartig zusammengesellt sind. — Der Pyroxen, ein typischer Ägirin von blassgrünlicher Färbung, findet sich in subparallelen, büschelförmigen Aggregaten von kleinen Kryställchen, die sich bald zu dichterem Haufwerk zusammenschaaren und dann auch ohne Nicols leicht sichtbar sind, bald aber auch nur feinste, dendritenartige Gebilde liefern, welche man erst zwischen gekreuzten Nicols deutlich erkennt. So durchtränken und überdecken sie auch die ganze Grundmasse derart, dass man deren Bestand nur schwer studiren kann. — Es ist aber nicht zweifelhaft, dass ein wesentlicher Theil der Grundmasse einem farblosen Glas angehört. — Die Structur des Gesteins ist also hypokrystallin-porphyrisch und die Ausscheidungsfolge wie nachstehend: Sodalith, Nephelineinsprenglinge, Sanidin, Ägirin, Nephelin der Grundmasse, Glas. — Der chemische Bestand ist aus folgender von Herrn D. Schimpff[1] ausgeführter Analyse IX ersichtlich.

[1] Chemisches Laboratorium von D. Erbstein und D. Schimpff in Erfurt.

Digitized by Google

Analyse IX.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	54,52	9026	63,92
TiO_2	0,23	33	0,17
P_2O_5	Spur	—	—
Cl	0,71	202	1,43
Al_2O_3	22,00	2153	15,25
Fe_2O_3	1,69	106	0,75
FeO	1,20	167	1,18
MnO	0,20	28	0,20
MgO	0,26	64	0,45
CaO	0,91	163	1,15
Na_2O	9,38	1511	10,70
K_2O	6,29	667	4,75
H_2O bei 110° C.	1,16	—	—
Glühverlust	2,55	—	—
Summe	101,10	14120	100,00

Daraus ergiebt sich die Osann'sche Formel s 64,1, a 16,2, c 0, f 3,8, n 6,9. Gegenüber dem vorhergehenden ist dieses Gestein charakterisirt durch die beträchtliche Abnahme des Eisenoxyds und aller zweiwerthigen Basen, dagegen hat man eine beträchtliche Zunahme der Alkalien und eine unbedeutende der Kieselsäure zu verzeichnen. Im Übrigen ist das Magma an Thonerde mit Bezug auf die Alkalien übersättigt und es folgt daraus mit Nothwendigkeit die Abscheidung natriumhaltiger Metasilicate und wegen der geringen Menge von Calcium und Magnesium die Bildung von Ägirin. Eine oberflächliche Berechnung des Magmas nach den drei Hauptgemengtheilen: Feldspathvertreter (Nephelin, Sodalith), Feldspath und Ägirin, führt zu dem Resultat, dass ca. 9½ % Ägirin, ca. 35 % Feldspathvertreter und ca. 53 % Sanidin vorhanden sein müssten, und wenn auch diese Berechnung nur eine bedingte Richtigkeit hat, kann man immerhin daraus folgern, dass das Gesteinsglas im Wesentlichen Feldspathzusammensetzung haben muss. Chemisch stellt das Gestein einen fast reinen Feldspath-Nephelinkern dar und man kann es mit den Phonolithen sowohl als mit den Tinguäiten vereinigen. Bei ersteren ist allerdings ein so hoher Eisengehalt bei so niedrigem Gehalt an Calcium und Magnesium selten, während er für die Tinguäite charakteristisch ist.

Digitized by Google

Zusammenfassendes über die Eruptivgesteine.

Es ist nun wohl nöthig, die Resultate der petrographischen Untersuchung der Eruptivgesteine in kurzen Zügen zusammenzufassen und es möge dabei gestattet sein, auch die dioritischen Amphibol-Orthogneisse in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, obwohl sie erst später des Näheren besprochen werden sollen.

Bei einer solchen Betrachtung dürfen wir, wie oben gezeigt wurde, die Granite und die zweifellos zu ihnen gehörenden Aplite ausschliessen, denn sie sind wesentlich älter als die übrigen Ganggesteine, welche mit dem Gabbro und, wie die Tektonik gelehrt hat, mit den im Gebiet vorkommenden Orthogneissen in Beziehung zu setzen sind. Zwar ist die Sache nicht ohne Complication, aber mit Hilfe der untenstehenden tabellarischen Anordnung der Osann'schen Formeln und vielleicht noch besser unter Zuhilfenahme der Analysenbilder nach Michel-Lévy und Brögger gelingt es, sich ein klares Bild zu machen.

	s	a	c	f	n	k
I. . . .	54,33	1,8	7,7	10,5	7,0	0,96
II. . . .	80,3	18,1	0	1,9	7,3	1,44
III. . . .	68,3	6,6	4,6	8,7	7,5	1,19
IV. . . .	64,5	7,19	1,93	10,88	7,1	0,96
IVa. . . .	58,5	3,4	3,9	12,7	7,5	0,97
V. . . .	57,5	2,45	4,55	13,0	7,1	1,04
VI. . . .	61,8	4,03	4,50	11,47	7,1	1,16
VII. . . .	57,3	3,41	2,95	13,64	7,3	0,96
VIII. . . .	61,4	11,6	0	8,4	7,3	0,67
IX. . . .	64,1	16,2	0	3,8	6,9	0,67
X. . . .	58,8	5,0	2,1	12,9	6,6	0,90

Dasjenige Gestein, von welchem sich die übrigen ableiten lassen, wird repräsentirt durch die Analyse IV, welche am besten im Einklang steht mit dem Gautëit oder sich mit trachydoleritischen Magmen vergleichen lässt. Hoher Alkaligehalt neben hohem Gehalt an zweiwerthigen Metallen, besonders an Eisen, sind die besonderen Charakteristica des Magmas. Ein solches Magma kann in dreifacher Richtung eine Saigerung erfahren: 1. nämlich durch Zunahme der zweiwerthigen Metalle und der Kieselsäure, 2. durch Verminderung der zweiwerthigen Metalle und der Kieselsäure und eventuell Zunahme der Alkalien und Thonerde, 3. durch Zunahme der

Digitized by Google

zweiwerthigen Metalle und Abnahme der Alkalien und Thonerde. Diese drei Möglichkeiten finden wir in unseren Gesteinen zur Wirklichkeit gemacht, denn an die Analyse IV reiht sich mit höherem Gehalt an Kieselsäure und Thonerde und geringerem an zweiwerthigen Metallen das Gestein mit Analyse III vom chemischen Habitus der Malchite oder eventuell noch der Trachydolerite und an dieses, mit ihm durch die nicht analysirten Granitporphyre und Syenitporphyre verbunden, die Analyse II mit aplitischem bezw. granitporphyrischem Charakter an. Auf der anderen Seite finden wir Verminderung der Kieselsäure und der alkalischen Erden, einschliesslich des Eisens, bei zunehmendem Alkaligehalt und gelangen zu Analyse VIII bezw. IX mit ihrem tinguáitischen Bestand. In der dritten Richtung, welche durch zunehmende zweiwerthige Metalle und abnehmende Alkalien, Thonerde und Kieselsäure gekennzeichnet ist, treffen wir die Analysen IVa, VI, VII und X, von denen IVa und VII dem Typus der basischen Dioritporphyrite oder besser der Gabbroporphyrite entsprechen, während X durch verminderten Magnesia- und vermehrten Eisen- und Alkaligehalt sich unterscheidet und mehr den Shoshoniten nähert, VI endlich lässt deutlich noch seine Zusammengehörigkeit mit VII erkennen, ist aber, wie wir früher gezeigt haben, durch die Einschmelzung granitischen Materials wesentlich verändert und hat den chemischen Charakter der Kersantite oder Ortlerite angenommen.

Von der dritten Reihe bezw. von Analyse VII oder VIII zweigt sich nun eine andere Reihe ab, die durch abnehmenden Gehalt an Eisen und Alkalien und zunehmenden an Magnesia und Thonerde gebildet wird. Es ist dies zunächst Analyse V vom Typus der Luciite oder Gabbroporphyrite und weiterhin der Gabbro selbst.

Aus alledem ergiebt sich, dass wir in den besprochenen Gesteinen eine ganz ausgezeichnet einheitliche Gefolgschaft von Magmen vor uns haben. Eine Gefolgschaft, welche man nur ableiten kann von einem ursprünglich essexitischen Magma, das sich in drei Theilmagmen getrennt hätte, nämlich in ein solches von dioritischem, ein anderes von theralithischem und ein drittes von Gabbrohabitus. Zu dem ersteren würden die Analysen IV, III, II (zwischen III und II wäre vielleicht

Digitized by Google

noch der Syenitporphyr einzuschieben), zu dem zweiten die Analysen IV, VIII und IX, zu dem letzten die übrigen Analysen zugehören (vergl. die Zusammenstellung auf p. 446). Für die Zusammengehörigkeit aller Analysen spricht auch die grosse Ähnlichkeit der graphischen Darstellungen und die grosse Übereinstimmung der Osann'schen Werthe für n.

Der wesentliche mineralogische Bestand ergiebt sich aus nachstehender Tabelle, welche auch gleichzeitig die structurellen Verhältnisse kurz wiedergiebt. Sie bedarf keiner besonderen Erläuterung.

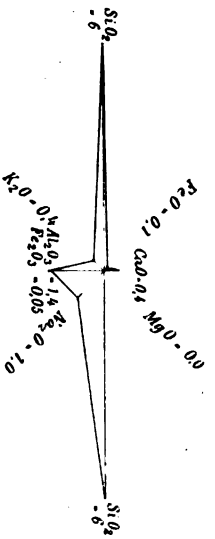
Primärer wesentlicher Mineralbestand.	Structur.
Anal. I. Bytownit-Anorthit, Olivin, Hypersthen, Augit, Hornblende.	Ophitische Gabbrostructur.
Anal. II. Quarz, Mikroklin, Orthoklas, Albit, Biotit.	Gangmitte holokrystallin-porphyrisch mit mikrogranitischer Grundmasse. Salband panidiomorph-körnig.
Anal. III. Andesin-Anorthoklas, braune Hornblende, Mikropegmatit.	Holokrystallin-porphyrisch mit panidiomorph-körniger Grundmasse.
Anal. IV. Andesin-Anorthoklas, Augit, wenig Hornblende.	Ebenso.
Anal. IVa. Andesin, Augit (?), Hornblende, Biotit.	Holokrystallin mit intersertalen uralitisirten dunkelen Gemengtheilen.
Anal. V. Labradorit, Olivin, Hypersthen, Augit, Hornblende, Biotit.	Holokrystallin mit intersertal auftretender, feldspatharmer Grundmasse.
Anal. VI. Reste von eingeschmolzenem Andesin oder Labradorit, Quarzfremdlinge. Grundmasse: Oligoklas-Andesin, Augit, Erz.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse panidiomorph-körnig.
Anal. VII. Andesin-Oligoklas, Hypersthen, Augit.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse intersertal.
Anal. VIII. Sanidin, Nosean, Nephelin, Augit.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse trachytoid-fluidal.
Anal. IX. Nephelin, Sodalith, Sanidin, Ägirin, Glas.	Hypokrystallin-porphyrisch.
Anal. X. Amphibolit.	

Diesen Gesteinen, welche analysirt wurden, lassen sich die übrigen nicht analysirten Gesteine ohne Zwang einreihen, wie es weiter oben geschehen ist, und auch sämmtliche Hornblendegneisse aus dem Golfan, von Delen und Tagoi können

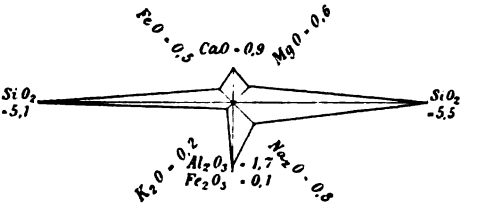
Digitized by Google

Analysenbilder nach

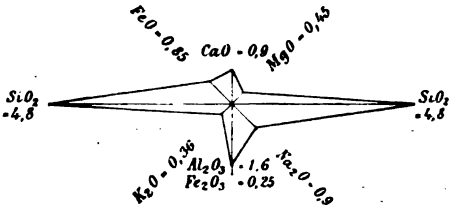
II.



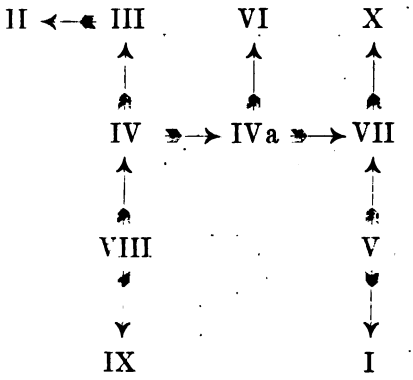
III.



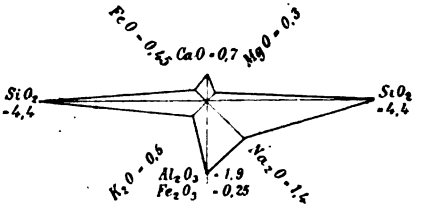
IV.



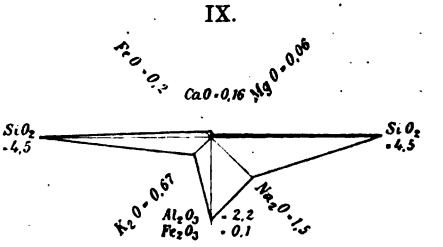
Beziehungen der Magmen zu einander.



VIII.



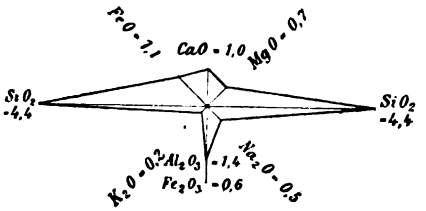
IX.



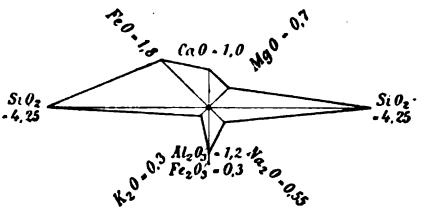
Digitized by Google

MICHEL-LÉVY und BRÖGGER.

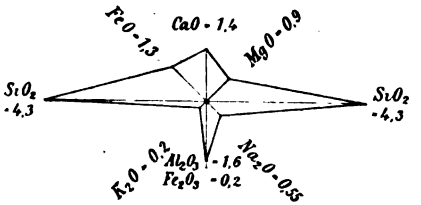
VI.



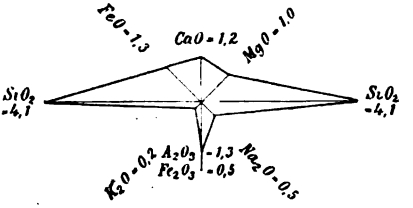
X.



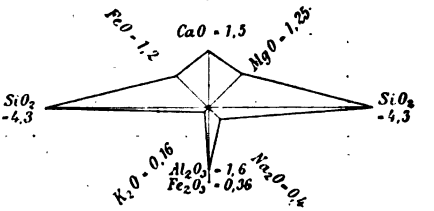
IV a.



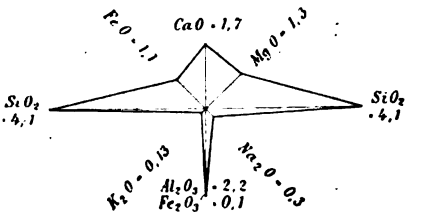
VII.



V.



I.



Digitized by Google

recht wohl als zu ihnen gehörige Ergussformen aufgefasst werden, vielleicht sind ihnen aber auch noch die Zoisit- und Epidotfelse der Phyllite von Tegele verwandt.

Wohl mögen vielleicht einzelne Gesteine etwas jünger, andere älter sein, aber dies stört die verwandtschaftlichen Verhältnisse nicht.

B. Krystallinische Schiefergesteine.

I. Orthogneisse.

Das herrschende Gestein am Gebel Tagoi ist ein grauer, mittelkörniger Biotitgneiss, dessen Structur zumeist körnig-flaserig ist, aber manchmal ins Stengelige oder auch ins Augengneissartige übergeht. Die Bestandtheile, welche man schon mit der Lupe erkennen kann, sind reichlicher Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Biotit. U. d. M. tritt hierzu nur noch etwas Magnetit in unregelmässigen Putzen. — Auch hier zeigt sich der Quarz als herrschender Bestandtheil und an ihn schliesst sich in der Menge der Feldspath an, der seinerseits zum überwiegenden Theil ein perthitisch mit Albit verwachsener Orthoklas ist. Daneben findet sich etwas Mikroklin und Oligoklas, sowie nicht gerade reichlich ein normaler, kastanienbrauner Biotit. — Die Structur des Gesteins ist eine typische Mörtelstructur, und zwar ist, wie gewöhnlich, der Quarz immer am stärksten zerrieben und zeigt mosaikartige Begrenzung der Körner. Der Biotit ist vielfach linsenartig gestreckt und der Feldspath, besonders der Orthoklas, bildet die Augen, welche in dem flaserigen Mörtel der anderen Mineralien eingebettet sind. — Nach mineralogischer Zusammensetzung und Structur hat dieser Gneiss die grösste Ähnlichkeit mit den von Tegele und Reschad beschriebenen Graniten, so dass ich geneigt bin, ihn ebenfalls nur für einen solchen anzusehen. Ich habe ihn nur deshalb nicht dort bei den Graniten eingereiht, weil hier der directe Verband mit unveränderten Graniten nicht nachweisbar ist.

Mit diesem Gneiss stehen am Tagoi Amphibolgneisse von dioritischem Charakter in Verbindung. Es sind dies bei feinerem Korn dunkler, bei gröberem lichter grau gefärbte Gesteine von recht hohem specifischen Gewicht. Das eine ist auch für die Lupe dicht, ein anderes feinkörnig und das

Digitized by Google

dritte von mittlerem Korn. In diesem erkennt man mit der Lupe deutlich Plagioklas, Hornblende und spärlich Biotit als Gesteinsgemengtheile. Alle drei Gesteine zeigen deutliche Plan- und Parallelstructur und werden an Ort und Stelle von pegmatitischen Schmitzen und gangartigen Lagen durchsetzt. U. d. M. treten zu den bereits genannten Gemengtheilen nur noch reichlich Apatit, Titanit und spärlich ein Eisenerz hinzu. Es unterscheiden sich die drei Varietäten durch das Mengenverhältniss der Bestandtheile, indem dem Gestein vom gröbsten Korn der Biotit fast gänzlich mangelt, während er in dem feinkörnigen ziemlich reichlich vorhanden ist. In der dichten Abart endlich fehlt der Biotit, der Feldspath tritt sehr zurück und es erscheint etwas Quarz. — Der Plagioklas ist nach seinem optischen Verhalten ein Labradorit, der reich an den bekannten bräunlichen Einschlüssen ist, wie er auch öfters Apatit in guten Krystallen umschliesst. In allen Gesteinen zeigt er einen verhältnissmässig hohen Grad von Frische, wenngleich ihm vielfach secundärer Amphibol infiltrirt ist. Öfters kann man zerbrochene und verbogene Krystalle beobachten und undulöse Auslöschung ist keine seltene Erscheinung. — Der Amphibol ist in dem herrschenden, feinkörnigen Gesteinstypus fleckig bräunlich bis bläulichgrün gefärbt und zeigt einen zwischen braun und jenen Farben wechselnden, kräftigen Pleochroismus. Er bildet zwar compacte Krystalle, aber sie sind im Wesentlichen von allotriomorpher, höchstens in der Prismenzone von mehr idiomorpher Begrenzung und seine Auslöschungsschiefe gegen die Verticalaxe beträgt im Maximum 20—24°. In der grobkörnigen Varietät ist die Hornblende bei sehr schwachem Pleochroismus ganz lichtgraulichgrün gefärbt und von stengeliger Beschaffenheit. Sie ist meist, wie es scheint, in einer gesetzmässigen Weise von Krystallen von Magnet- oder Titaneisen durchsetzt, welche meist dick und undurchsichtig sind, manchmal aber so dünn werden, dass sie das Licht violettbraun durchscheinen lassen. Diese Hornblende macht einen durchaus secundären Eindruck. Wieder etwas anders sieht sie in der für das blosse Auge dichten Gesteinsvarietät aus. Ihre Farbe ist ganz blassgrünlich, der Pleochroismus verläuft von bläulichgrün bis gelblichgrün, ihre Auslöschungsschiefe beträgt

Digitized by Google

gegen die Längsaxe in klinopinakoidalen Schnitten ca. 20° und sie tritt in kleinen, ringsum ausgebildeten, bald kürzeren, bald längeren, oft skeletartig oder subparallel aneinander gereihten Säulchen auf, die mit winzigen Erzputzen oder auch mit Leukoxen ganz durchspickt sind. — Der in der herrschenden Gesteinsart recht reichlich auftretende Biotit ist vollkommen frisch, kastanienbraun gefärbt und zeigt einen sehr kleinen optischen Axenwinkel. Seine Begrenzung ist xenomorph. In dem anderen, grobkörnigen Gestein ist er etwas ausgebleicht und hat eine grünliche, der Hornblende ähnliche Farbe angenommen. — Der Titanit tritt in Gestalt lichtgelblich gefärbter, unregelmässiger Körner, seltener in guten Kryställchen, oft als Leukoxen auf. Oft ist er mit Erzpartikeln oder mit Amphibol vergesellschaftet und im letzteren Falle sieht man ihn manchmal von einem pleochroitischen Hof umgeben. In der dichten Gesteinsart erscheint er nur als Leukoxen. — Epidot ist im grobkörnigen Gestein in wenigen, z. Th. von Titanit umrandeten gelben Körnern beobachtet worden. — Der in allen drei Gesteinen reichlich vorhandene Apatit tritt dort, wo er vom Feldspath, Amphibol oder Biotit umschlossen wird, in guten Krystallen, wo dies nicht der Fall ist, in zerstreuten Bruchstücken auf. — Das Erz ist in Form grösserer Putzen und Körner in der herrschenden Varietät nicht sehr reichlich, in der von gröberem Korn spärlich vertreten und dürfte wohl Magnetit oder Titanmagneteisen sein. In der dichten Gesteinsart scheint es Eisenglanz oder Titaneisen zu sein, denn es wird hier öfters mit rother Farbe durchsichtig. — Die Structur ist in den drei verschiedenen Gesteinen etwas verschieden. Die beiden Varietäten von gröberem Korn zeichnen sich durch die deutliche Plan- und Parallelstructur und durch mancherlei kataklastische Erscheinungen aus. Von diesen Erscheinungen abgesehen, ist das Gewebe des herrschenden Typus dem granitisch-körnigen nahestehend, aber die xenomorphe Begrenzung aller wesentlichen Gesteinsgemengtheile weist auf die diabasisch-körnige Structur hin. Das Letztere ist aber noch mehr der Fall bei dem grobkörnigeren Gesteine, wo die farbigen Gemengtheile noch entschieden intersertale Lage haben, doch ist durch die secundäre Hornblendebildung Alles sehr verwischt. Anders ist es mit

Digitized by Google

der dichten, amphibolitischen Varietät (Fig. 10 Taf. XLI). Der uralitische Amphibol überdeckt das ganze Gesteinsgewebe in einer Weise, dass neben ihm kaum noch etwas Anderes zu sehen ist. Mit der Lupe schon sieht man allerdings den Dünnschliff wie mit vielen Nadelstichen durchbohrt und u. d. M. erkennt man diese Nadelstiche z. Th. als kleine gerundete Körnchen von bald zwillingsgestreiftem, bald nur zonar struirtem Plagioklas, z. Th. als Körnchen oder Körnchenaggregate von Quarz, dessen Körner in den Aggregaten bald sandartig nebeneinander liegen, bald mosaikartig ineinandergreifen. — Von dieser letzteren Varietät wurde durch Herrn Dr. Schimpff eine Analyse (X) angefertigt, die Folgendes ergab:

Analyse X.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO_2	50,30	8328	57,50
TiO_2	0,45	64	0,44
P_2O_5	1,81	127	0,88
Al_2O_3	12,47	1220	8,42
Fe_2O_3	4,66	291	2,01
FeO	12,88	1789	12,35
MnO	0,23	32	0,22
MgO	2,97	736	5,08
CaO	5,80	1036	7,15
Na_2O	3,52	567	3,92
K_2O	2,77	294	2,03
Wasser bei 110°.	0,32	—	—
Glühverlust	1,04	—	—
Summe	99,22	14484	100,00

Daraus ergiebt sich folgende Osann'sche Formel: s 58,8, a 5,0, c 2,1, f 12,9, n 6,6. Wenn wir nun die naturgemässe Frage nach der früheren Natur dieser metamorphischen Gesteine stellen, so giebt uns gerade das letztere Gestein, die dichte Abart, den Schlüssel zur Lösung der Frage in die Hand, denn dieses Gestein stimmt, soweit man es überhaupt noch eruiren kann, mit dem Gestein, welches im Chor bei Delen gefunden wurde (Analyse VI) oder mit Analyse VII des Gesteins von Tegele, was Structur, Mineralbestand und, abgesehen vom höheren Eisengehalt, chemische Zusammensetzung anlangt, sehr nahe überein. Es ist nur der Plagioklas fast völlig verschwunden, und aus der fast dichten, aus Feldspath, Augit

Digitized by Google

und Erz bestehenden Grundmasse des primären Gesteins sehr viel uralitische Hornblende hervorgegangen, welche jetzt den Feldspath der Grundmasse und deren Structur völlig verdeckt. Bei dieser secundären Amphibolbildung wurde das früher vorhandene Erz, der Pyroxen und wohl zum grossen Theil auch der Feldspath aufgezehrt. Kann man sonach, wie ich glaube, in ziemlich unwiderleglicher Weise die Zusammengehörigkeit dieses Amphibolits mit den früher besprochenen Ganggesteinen (Analyse VI und VII) nachweisen, so ist man wohl auch berechtigt, die beiden anderen hierher gehörigen dioritischen Amphibolgneisse mit den anderen in Delen (besonders No. 4) und Kadero vorkommenden Ganggesteinen in Beziehung zu bringen, wohin ja auch Structur, soweit sie in primärem Zustand erhalten ist, und Mineralbestand verweisen. Dies ist schon an sich ein sehr interessanter Nachweis, der aber nach anderer Richtung noch an Wichtigkeit gewinnt, wenn man nämlich bedenkt, dass das Gestein mit dem Granit Kordofans gemeinsam gefaltet und metamorphosirt wurde und demnach mit diesem älter ist als die Faltung. Es ist dies der einzige relative Altersnachweis für jene Gänge überhaupt. Sie bleiben natürlich in dem inneren, ungefalteten Theile des Granits mit diesem ungefaltet und ohne Metamorphose. Oder sollten die drei metamorphen Amphibolgesteine gar ursprünglich zu jenen Gängen zugehörige Ergüsse darstellen? Es ist dies leider von hier aus nicht mit Sicherheit zu constatiren, doch scheinen die mit ihnen vorkommenden Glimmerschiefer in der That darauf hinzuweisen, denn ich habe in dieser Arbeit schon zu beweisen versucht, dass die in Kordofan vorkommenden krystallinischen Schiefergesteine, soweit sie nicht selbst metamorphosirte Granite sind, ihrer Entstehung nach wesentlich jünger sind als der Granit, der vor ihrer Entstehung schon eine weite Abrasionsfläche bildete. Dann sind aber auch die in diesen Gesteinen, von dem Habitus eines dioritischen Amphibolgneisses auftretenden pegmatitischen Schmitzen und Spaltenausfüllungen, ebenso wie ich dies für gewisse Pegmatite des oberen Veltlins schon anderwärts angedeutet habe, nicht eruptive, sondern wässerige, bei der metamorphischen Umbildung der Gesteine entstandene Bildungen.

Digitized by Google

Die eben besprochenen Gesteine werfen nun auch ein Licht auf zwei Vorkommnisse, welche im Golfan und bei Delen im Chor anstehen.

Das erstere ist ein feinkörniges dunkelgraues, fein weiss getüpfeltes Gestein, in welchem man mit der Lupe Feldspath, Biotit und Hornblende erkennt. U. d. M. hat man den Mineralbestand eines quarzarmen Biotitamphiboldiorits mit den Accessorien Apatit, Eisenglanz und Titanit vor sich. — Der Feldspath ist ein zwillingsgestreifter Plagioklas, nach den optischen Verhältnissen dem Oligoklas zugehörig. Er ist recht frisch, selten im Kerne durch kaolinartige Producte etwas getrübt. Der Form nach sind es entweder unregelmässige Körner, breite Leisten oder Tafeln, welche letzteren beiden öfters eine ruinenartige Begrenzung zeigen und vom Kerne nach dem Rande abnehmende Auslöschungsschiefe besitzen, ohne eigentlich zonar struirt zu sein. Ihm folgt der Menge nach demnächst die Hornblende, welche in Gestalt eines kurzstengeligen graugrünen Aktinoliths auftritt. Ihr Pleochroismus schwankt zwischen farblos und graugrünlichen Tönen, die Absorption ist normal und die Auslöschungsschiefe gegen c in klinopinakoidalen Schnitten ca. 20°. Es sind unregelmässige, ausgefranste, höchstens einmal in der Prismenzone automorph begrenzte Körner. — Der ebenfalls noch recht reichlich vorhandene Biotit ist lichtkastanienbraun von Farbe, kräftig pleochroitisch, optisch einaxig und bildet unregelmässige Fetzen. — Apatit tritt in unregelmässigen, in Biotit oder Amphibol eingeschlossenen Körnern ziemlich reichlich, Titanit in Bruchstückchen oder Körnerhäufchen von lichtgelber Färbung in geringer Menge auf. — Das Erz bildet Leisten oder Tafeln, welche dort, wo sie sehr dünn sind, bräunlich oder auch blutroth durchsichtig werden. Sie sind in Salzsäure leicht und vollkommen löslich, und man dürfte es demnach mit Eisenglanz zu thun haben. Seine Vertheilung ist eigenthümlich und erinnert an die des Graphits, indem er bald in subparallele, allerdings nicht weit fortlaufende Züge, bald zu allerlei Figuren, Kreisen, Netzen, angeordnet erscheint. Dabei kommt er als Einschluss in fast allen Mineralien vor und liegt bald im Quarz, bald im Feldspath, bald im Glimmer, das eine Mal scheinbar längs Zwillings-

Digitized by Google

oder Spaltungstracen oder zwischen den Körnern, das andere Mal ganz regellos, hier nur in einem Individuum, dort in ein zweites übergreifend. — Die Structur des Gesteines ist schwach flaserig und mörtelartig, bald mit einem Anklang an das Porphyrartige des Augengneisses, bald mit einem Seitensprung ins Pan- oder Hypidiomorphkörnige, bald wieder durch den idiomorphen Feldspath und die allotriomorphe Hornblende an das Ophitische anklingend. Von einer Krystallisationsfolge kann man wohl in einem dynamometamorphen Gestein kaum reden. Wollte man das, so müsste man dem Eisenglanz das höchste Alter zusprechen, dem Biotit und der Hornblende das geringste, denn der Feldspath allein ist manchmal ganz idiomorph, doch auch in ihm liegen manchmal Amphibolnadeln oder kleine Eier von Biotit. Der Quarz ist hauptsächlich mit dem kleinkörnigen Feldspath vergesellschaftet, und tritt dann in unregelmässigen Körnern auf, oder er bildet selbst kleinkörnige, etwas flaserige Nesterchen von quarzitischer Mosaikstructur. — Dieses Gestein könnte nach seinem mikroskopischen Verhalten und der daraus abzuleitenden chemischen Natur recht wohl einem der zuerst beschriebenen (Analyse III und IV) Ganggesteine vielleicht als Ergussform zugehören, und es könnten in dem dort nachgewiesenen Eisen- und Alkaligehalt alle Mineralien ihre Erklärung finden.

Das Gestein, welches im Chor bei Delen ein Glied der krystallinischen Schiefer bildet, tritt in zwei Varietäten auf. Beide sind dunkelgraugrün und schieferig, das eine fein-, das andere kleinkörnig. Bei dem letzteren erkennt man mit der Lupe einzelne kleine Stückchen von Feldspath und eine flaserige Structur. U. d. M. ist der Mineralbestand beider Varietäten der Menge nach geordnet folgender: Feldspath, Quarz, Hornblende, Biotit, Titanit, Erz, Apatit. — Der Feldspath ist, wie es scheint, durchgehends ein zum Oligoklas gehöriger Plagioklas, die Hornblende ein graugrüner, stark pleochroitischer (dunkelblaugrün und lichtschmutziggrün) Uralit von ca. 15° Auslöschungsschiefe gegen c in klinopinakoidalen Schnitten und ausgeprägt stengeliger Ausbildung, der Biotit dunkelgelblichbraun von Farbe. — Die Bestandtheile des Gesteins sind zu einem sehr stark kataklastischen Gesammtbild verwebt, fast alle Mineralien nur in Bruchstückform vorhanden

Digitized by Google

und die feinsten Stengel der Hornblende zeigen eine ordentliche krystallographische Begrenzung nur dort, wo sie im Quarz oder Feldspath eingebettet liegen, indem sie so den Eindruck hervorrufen, als ob sie erst nach der Zermalmung des Gesteins entstanden wären. Die grössten Bruchstücke findet man noch beim Feldspath, selten bei der Hornblende oder noch seltener beim Quarz. Zwischen ihnen und um sie herum liegen die Flasern von Quarz, Hornblende und Glimmer oder ein feiner bis feinster Mörtel von Feldspathbruchstückchen. Bis in die Risse der grösseren Feldspäthe hinein ist dieser Mörtel manchmal gedrungen oder es liegen dort neugebildete Uralitsäulchen. Die Quarzflasern haben die Mosaikstructur der Quarzite, während die aus Hornblende bestehenden Flasern eine subparallele Anordnung der Stengel und stengeligen Individuen zeigen. Um die letzteren legt sich öfters eine schmale Zone zerdrückten Biotits, oder dieser bildet durch sie hindurch ein anastomosirendes Netzwerk, wie auch der Schliff, mit der Lupe betrachtet, einem unregelmässig maschigen Gewebe gleicht. Auch der Titanit und das wohl zum Magnetit gehörende Erz treten in langgestreckten, körnigen Flasern auf, und der Apatit ist durch das Ganze in einzelnen Bruchstückchen zerstreut. — Bei dem feinkörnigen Gestein ist nur die Zermalmung etwas weiter getrieben; nur noch vereinzelte grössere Feldspathstückchen sind vorhanden und alles Andere ist zu feinstem Grus zerrieben. Dadurch ist die deutliche Flaserung verloren gegangen und nur noch die zwischen gekreuzten Nicols sichtbare Plan- und Parallelstructur der Hornblendestengelchen und winzigen Glimmerleistchen deuten auf sie hin. Zersetztes Erz verleiht mancherorts eine eisenschüssige Färbung. — Auch diese Gesteine könnte man, so meine ich, ohne Zwang mit den früher beschriebenen Ganggesteinen in Beziehung setzen und als eine metamorphe Ergussform davon bezeichnen.

II. Paragneisse.

Da ist zuerst ein feldspatharmer Graphitgneiss von Golfan (Fig. 12 Taf. XLII) zu nennen, den man auch als graphitreichen und feldspathhaltigen Quarzit bezeichnen könnte. Es ist ein lagenförmig struirtes Gestein, dessen Quarzlagen bald

Digitized by Google

bis zu 10 mm dick sind, bald auf wenige Millimeter herabsinken und im ersteren Falle ärmer, im letzteren reicher an Feldspath sind. Der Graphit liegt glimmergleich und flaserartig zwischen den einzelnen Lagen, seltener in unregelmässiger Stellung in diesen selbst. Local reichert sich der Graphit nesterartig an und es entstehen mulmige Gemenge von Graphit, Quarz und den Zersetzungsproducten des Feldspaths. Der Feldspath ist nämlich fast durchgehends ganz zersetzt und, wie das Mikroskop zeigt, in Kaolin und Nontronit umgewandelt. — U. d. M. wird in der Hauptmasse ein ausserordentlich typisches Quarzitbild gewährt, wie es nur immer in der Mosaikstructur des Quarzes und in seiner stark undulösen Auslöschung zum Ausdruck kommt. Dort, wo der Quarz unterbrochen wird von den weissen kaolinartigen Substanzen oder von den schwefelgelben, stark doppelbrechenden Producten von Nontronit mit ihrer z. Th. noch deutlichen Feldspathbegrenzung ist er geradlinig von gerundeten Ecken und Kanten begrenzt. Andeutungen von Feldspath-Zwillingsbildung kommen dort vor, wo eine offenbare Verkieselung des Feldspaths eingetreten ist. Es soll aber auch nicht verschwiegen werden, dass manche von den Zersetzungsproducten sehr an die Formen und Eigenschaften des Glimmers erinnern, indem sie Leistenform besitzen, streifige Beschaffenheit zeigen und öfters gebogen erscheinen. — Ehe wir eine Deutung der Entstehung des Gesteins zu geben versuchen, wollen wir erst andere ähnliche, aber graphitfreie Gesteine des gleichen Fundortes betrachten, welche dort in Wechsellagerung mit anderen gneissartigen Gesteinen und besonders Quarziten vorkommen.

Es sind dies Gesteine, die bald ärmer, bald reicher an den Zersetzungsproducten des Feldspaths sind. So ist eines von ihnen vergleichbar einem erdigen Kaolinaggregat, in dem man einzelne Blättchen von Nakrit mit blossem Auge erkennt, und dieses Gestein geht in ein anderes mit sehr grossem Kieselsäuregehalt über, das mit einem Quarzit zu vergleichen ist, in welchem bald mehr, bald weniger Stückchen des ersteren Gesteins eingeschlossen sind. Die kaolinartigen, erdigen Partien sind theils schmutzigweiss, theils ockergelb gefärbt, von poröser oder löcheriger Beschaffenheit. Die quarzitähnlichen Theile zeigen schon bei der Betrachtung mit

Digitized by Google

blossem Auge einen eigenthümlichen Zustand. Zwischen matten und trüben chalcedonähnlichen Stellen von manchmal krystallähnlicher, meist rechteckiger oder quadratischer Form ziehen sich fettglänzende Adern von durchsichtiger Beschaffenheit und daher scheinbar dunklerer Farbe hin, welche Quarz sind. — Diese beiden Arten von Quarz erkennt man u. d. M. wieder leicht auseinander, denn jene durchsichtigen Adern sind in der That weiter nichts als normaler Quarzit mit Mosaikstructur und z. Th. wenigstens mit undulöser Auslöschung der einzelnen Quarzkörner. Die anderen matten und trüben Partien scheinen fast isotrop — ein Gehalt an Opal konnte aber auf chemischem Wege nicht nachgewiesen werden —, sie sehen im gewöhnlichen Lichte eigenthümlich gekörnelt bis schuppig aus und lassen zwischen gekreuzten Nicols zahlreiche eingeschlossene Kaolinleistchen und -blättchen erkennen, welche oft gesetzmässig nach einer oder zwei sich öfters rechtwinkelig durchkreuzenden Richtungen angeordnet sind. Manchmal sind auch schwefelgelb aussehende nontronitartige Producte zwischengelagert. Daraus dürfte hervorgehen, dass man es mit Pseudomorphosen nach Feldspath zu thun hat. — Nimmt man diese Erfahrungen mit denen bei dem vorhergehenden graphithaltigen Gesteine zusammen, so leuchtet ohne weiteres ein, dass die Gesteine stark verkieselt sind und dass diese Verkieselung mit der Graphitbildung nichts zu thun hat, wohl aber die völlige Zersetzung des Feldspaths in Kaolin und Nontronit damit zusammenhängen kann. Die Bildung dieser Gesteine zerfällt somit in drei Phasen, wie folgt: 1. Bildung eines arkoseartigen klastischen Sediments aus granitischem Material, eventuell mit Beimengung organischer Substanzen. Das Sediment ist bald reicher, bald ärmer an Feldspath. 2. Umwandlung durch dynamometamorphe Vorgänge, eventuell unter Bildung von Graphit aus den organischen Substanzen. 3. Verkieselung wahrscheinlich durch heisse SiO_2-haltige Quellen mit völliger Zersetzung des Feldspaths unter Bildung von Kaolin und Nontronit.

III. Quarzite.

Abgesehen von den Gangquarziten, die im ganzen Gebiet weit verbreitet vorkommen und nicht näher untersucht

Digitized by Google

wurden, kommen im Golfan und in Delen, wie schon bemerkt, auch Lagerquarzite vor. Ein solcher von Delen wurde geschliffen. Er gewährt u. d. M. nicht das normale Bild eines metamorphen Sandsteins, sondern vielmehr dasjenige der Braunkohlenquarzite Thüringens, welche ja eigentlich zu Unrecht Quarzite heissen, vielmehr Sandsteine von sehr feinem Korn mit kieseligem Bindemittel sind. Der Quarzit von Delen gleicht äusserlich fast einem splitterig brechenden Hornstein und stellt u. d. M. einen äusserst feinkörnigen Sandstein von durch einzelne grössere Quarzkörner porphyrartigen Structur dar. Neben dem Quarz sind nur noch einzelne kleine Nesterchen von Epidot oder Kaliglimmer vorhanden.

IV. Phyllite.

Dem Kreise der Phyllite angehörige Gesteine wurden wesentlich nur aus dem von Tegele ostwärts liegenden Bergland mitgebracht. Es sind bald mehr, bald bei herrschendem Quarzgehalt minder vollkommen geschieferte Gesteine. Manche sind auch deutlich transversal geschiefert und haben dann Neigung zu griffeligem Zerfallen. Die Schieferungsflächen sind seltener bedeckt von deutlichen Muscovitblättchen, öfters von sericitischen Häuten und manchmal ist neben dem Glimmer Chlorit in erheblicher Menge vorhanden. Eines der Gesteine enthält grosse, in Limonit umgewandelte Eisenkieskrystalle. U. d. M. erkennt man als herrschenden Bestandtheil aller dieser Gesteine feinkörnigen Quarz, zwischen dessen Körnern in flaseriger Anordnung sozusagen als Bindemittel Muscovit oder dieser und Chlorit liegen. Die letzteren Mineralien sind gewöhnlich lagenweise etwas angereichert. Ausser diesen Mineralien kommen in allen Gesteinen Körnchen und Kryställchen von Apatit und Zirkon vor, in den Sericitphylliten ist hier und da ein Körnchen Feldspath, in den Chloritphylliten reichlich Magnetit und in allen übrigen ziemlich reichlich hydratisches Eisenoxyd zugegen. — Die Structur ist bei den fast nur aus Quarz bestehenden Gesteinen die eines feinkörnigen Sandsteins mit wenig örtlich und streifig vertheiltem eisenschüssigen Bindemittel, in den Sericitphylliten lagenförmig mit entsprechender Vertheilung des Glimmers, oder der Glimmer ist gleichmässig als eine Art Bindemittel vertheilt. In den

Digitized by Google

Chloritphylliten endlich ist die Structur eine mehr richtungslose, indem die Leisten und Fetzen von Chlorit und Muscovit das ganze Gestein kreuz und quer durchspicken. Der Quarz hat in allen Gesteinen den Charakter von Sandkörnern.

Besondere Erwähnung verdienen graphithaltige Phyllite. Sie sind dunkelgrau gefärbt, dünnschieferig, theilweise ebenschieferig, theilweise gefaltet und zeigen matten Seidenglanz auf der Schieferungsfläche, welche übrigens öfters auch etwas eisenschüssig ist. U. d. M. sind es Gesteine von dem Charakter der oben beschriebenen Quarzphyllite mit deutlich ausgesprochener Flaserung. An diese schliessen sich im Wesentlichen die blätterigen Mineralien an, welche Graphit und Biotit bezw. Sericit sind. Das eine der Gesteine ist arm an der manchmal wie dendritisch aussehenden, auf einzelne Quarzschmitzen beschränkten graphitischen Substanz, aber reich an kleinen lichtkaffeebraunen, kräftig pleochroitischen Biotit-Blättchen und -Leistchen. In dem anderen graphitreicheren Schiefer, dessen Graphit sich lagenweise stark anreichert, ist das Glimmermineral ein Sericit.

Während man es in den seither besprochenen Phylliten mit Gesteinen von zweifellosem Charakter der Paragneisse zu thun hatte, weist der Bestand der folgenden phyllitischen Gesteinsarten ebensosehr oder mehr auf die Abstammung der Orthogneisse hin. Sie wechsellagern mit den eben besprochenen Phylliten.

Hierher gehört in erster Linie ein Chloritgneiss, ein kleinkörniges, graugrün gefärbtes Gestein von flaseriger Textur, in welchem man mit der Lupe Chlorit, Feldspath, Nesterchen und Schnüre von zersetztem, eisenhaltigem Dolomit oder Kalkspath und einzelne in Brauneisen umgewandelte Würfel von Pyrit erkennt. U. d. M. zeigen sich Quarz, Chlorit und Carbonat als die herrschenden Bestandtheile. Daneben sind nicht gar zahlreiche Körner von Plagioklas, sowie stellenweise angehäuft recht viele Krystalle und Körner von rothbraunem Rutil zu beobachten. — Die Structur ist flaserig und die Quarzfeldspathgrundmasse hat hin und wieder rein sandigen Charakter, während der Quarz selbst ausnahmsweise Mosaikstructur erkennen lässt.

Noch ausgesprochener den Orthogneissen angehörig sind zwei andere dickbankig abgesonderte Gesteine von sehr fein-

Digitized by Google

krystalliner Beschaffenheit und graugrüner Färbung. Man erkennt in ihnen mit der Lupe nur vereinzelte Hornblendesäulchen oder Chloritblättchen. U. d. M. zeigt sich das eine der Gesteine, der Menge nach geordnet, aus Quarz, Epidot, Chlorit, Calcit und Amphibol zusammengesetzt, während der Mineralbestand des anderen Gesteines Epidot, Zoisit, Amphibol, Chlorit und Calcit ist. Der Hauptunterschied der beiden Gesteine besteht also in der Quarzführung des einen und in der Zoisitführung des anderen. Putzen von Eisenhydroxyd sind in beiden Gesteinen zugegen. — Der Amphibol, welcher im quarzfreien Gestein reichlicher vorhanden ist, zeigt eine maximale Auslöschungsschiefe von ca. 26° gegen die Längsaxe in klinopinakoidalen Schnitten, stengelige, aktinolithartige Beschaffenheit, lichtgrüne Farbe und schwachen in grünen Tönen sich bewegenden Pleochroismus. Der Epidot und Zoisit treten in unregelmässigen Körnern und unvollkommenen Krystallen auf. Der letztere ist farblos, der erstere ganz licht gelb gefärbt und sehr schwach pleochroitisch. Der Calcit bildet mandelartige Nestchen. — Die Plan- und Parallelstructur ist nur undeutlich, vielmehr zumeist eine richtungslose Structur vorherrschend.

Diese Gesteine dürften nach ihrem Mineralbestand am ehesten auf Ergussgesteine von porphyritischem oder diabasischem Habitus zurückzuführen sein.

V. Körniger Kalk.

Im Wechsel mit den phyllitischen Gesteinen wurde auch ein körniger Kalkstein gefunden. Es ist ein sehr feinkrystallinischer graulichweiss gefärbter Marmor, in welchem man schon mit der Lupe einzelne Graphitblättchen erkennen kann. U. d. M. hat man das typische Bild eines Marmors vor sich und erkennt als Ursache der grauen Färbung die Einlagerung von zahlreichen kleinen Graphitblättchen.

5. Rückblick.

Die geologische Geschichte des Hochlandes von Kordofan zerfällt nach dem, was wir in den vorausgehenden Blättern gelesen haben, in sechs Phasen, deren bündige Gesammtschilderung am Schlusse dieser Arbeit gestattet sei.

Digitized by Google

Die erste dieser Phasen ist uns nicht mehr in allen Zügen bekannt. Sie fällt offenbar in die archäische Zeit und die Granite, welche heute den Kern des Landes bilden, sind offenbar der Torso eines Faltengebirges, welches noch im Archäicum der Zerstörung anheimfiel. Nirgends in dem bereisten Gebiete sind Reste der dem Granit zeitlich vorausgehenden, ihn einst bedeckenden Ablagerungen vorhanden, bei deren Faltung das granitische Magma in die dabei entstandenen Hohlräume eingedrungen ist und darum fehlt uns jegliches Anzeichen einer Contactzone um den Granit. Erst nachdem jenes Gebirge abgetragen und eine vielleicht dem granitischen Gebiete des heutigen Finland, oder der östlichen Uralseite entsprechende ausgedehnte Denudationsfläche entstanden war, begann die

zweite Phase, indem sich neue Bewegungen in der Erdkruste vollzogen. Es entstanden Spalten und durch den Granit hindurch brachen in ihnen Eruptivgesteine, Spaltungsproducte von Gabbro- und essexitischen Magmen. Sie ergossen sich über einzelne Theile des Gebiets und wechsellagern dort mit zunächst terrestrischen oder littoralen Bildungen, welche durch Arkosen und Sandsteine charakterisirt sind. Die vulcanische Thätigkeit erlischt allmählich und die dabei entstehenden heissen, kieselsäurehaltigen Quellen führen zur Verkieselung von Gesteinen und zur Ausfüllung von Spalten mit Quarzit (der im S. goldführend ist). Allmählich taucht das Land an den Verwerfungsspalten tiefer unter das Meeresniveau und es kommt zur Ablagerung von Kalkstein. Es mag dies bis tief in die paläozoische Zeit hinein gedauert haben, doch geben die vorhandenen Schichten keinerlei Anhaltspunkte für die Zeitbestimmung. Vermuthlich in spätpaläozoischer Zeit, vielleicht im Carbon, beginnt die

dritte Phase mit der Aufrichtung eines neuen Faltengebirges, dessen Falten im Wesentlichen in NNW. streichen. Jetzt werden die oberen Theile des archäischen Granits mit den darüber liegenden paläozoischen Schicht- und Ergussgesteinen gefaltet, aus den äusseren Theilen des Granits und aus den Ergussgesteinen werden Orthogneisse, oder Zoisit-, Amphibol- und Epidot-haltige Gesteine (Orthogneisse), aus den Arkosen Paragneisse, aus den Sandsteinen Quarzite und

Digitized by Google

Phyllite und aus dem Kalkstein Marmor. Mit der Gebirgsaufrichtung eröffnet auch die abtragende Thätigkeit ihren Reigen und schreitet so lange fort, bis die Granite aufs Neue blossgelegt sind und nur noch in den Mulden der Falten die metamorphischen Sedimente zu Tage treten. Damit wird die

vierte Phase eingeleitet. Das Land senkt sich allmählich unter das Meeresniveau und die Formationsglieder des nubischen Sandsteins werden auf der Denudationsfläche abgelagert. Bis zu welcher Zeit ist unbekannt, wahrscheinlich aber wenigstens bis einschliesslich des Sandsteins, der jetzt in der Gegend von Omdurman ansteht und der als wahrscheinlich cretaceisch anzusprechen ist. Dann treten wieder Störungen auf und die

fünfte Phase nimmt ihren Anfang. Aber diesmal ist es nicht Faltung, die hervorgerufen wird, sondern an Spalten werden Kordofan und sein nördliches Vorland gegeneinander mindestens um eine Sprunghöhe verschoben, welche der Mächtigkeit der ungefalteten prätertiären Schichten Nordostafrikas entspricht, so dass wiederum ein Gebirge und zwar ein Horst von beträchtlicher Ausdehnung und Höhe geschaffen wird, an dem die Erosion ihre Thätigkeit wieder beginnt, deren Zeugen wir auch in den Strudellöchern von Delen noch vorfinden. Sie hat so lange fortgewirkt, bis keine Spur mehr von den horizontal gelagerten Sedimenten vorhanden und sogar noch ein Theil des gefalteten Gebirges mit abgetragen war. Mit den neuesten Verschiebungen in Afrika wurde Kordofan wahrscheinlich in tieferes, sein nördliches Vorland in höheres Niveau gerückt, der Unterschied zwischen beiden Theilen ausgeglichen und damit begann die

sechste und letzte Phase, welche heute noch nicht ganz zu Ende ist. Es wurden die Thäler mit äolischen und fluviatilen Alluvionen, mit Gehängeschutt erfüllt und das Land so eingeebnet, dass nur noch die Gipfel der Berge klippengleich aus dem Sande emporragen. Noch jetzt nagen Wind und Wetter an den Bergen, erniedrigen sie, füllen die Ebene auf und das Resultat wird sein, dass Kordofan einen Sandhügel von gewaltiger Ausdehnung darstellt.

So ist das Land geworden, in dessen Bergen die einheimischen Neger vor der arabischen Völkerwanderung Schutz

Digitized by Google

gesucht und gefunden haben, in dessen ausgedehnten Ebenen der räuberische Araber seine Herden weidet, die Savanne, welche nur in der Regenzeit in grüne, aber dann farbenprächtige und üppige Gewänder gekleidet ist, in der auch in der trockenen Jahreszeit die Brunnen vor dem Versiegen durch den in geringer Tiefe anstehenden Granit geschützt sind.

Jena, mineralog. und geolog. Institut im April 1903.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XXXV. — Strudellöcher im Granit von Delen.

Tafel XXXVI. — Reisewege.

Tafel XXXVII.

Fig. 1. Aplitischer Granitporphyr, Gangmitte. Einsprenglinge von Quarz und Mikroklin. Vergr. 300.

„ 2. Dasselbe, Salband. Structur mehr panidiomorph-körnig. Vergr. 300.

Tafel XXXVIII.

Fig. 3. Malchit, Grundmasse. Panidiomorph-körnige bis intersertale Structur, Anorthoklasmäntel um den Plagioklas. Vergr. 120.

„ 4. Gauteït, Grundmasse. Poikilitische Verwachsung von Augit (dunkel) und Feldspath. Vergr. 200.

Tafel XXXIX.

Fig. 5. Malchitisches Gestein. Structur lamprophyrisch bis diabasisch-körnig. Intersertaler Augit, Feldspath mit Anorthoklasmänteln, Hornblende idiomorph. Vergr. 220.

„ 6. Gabbroporphyrit. Diabasisch-körnige Structur (Augit hell). Vergr. 70.

Tafel XL.

Fig. 7. Gabbroporphyrit. Lamellare Verwachsung von rhombischem und monoklinem Pyroxen. Vergr. 300.

„ 8. Dasselbe Gestein. Hypersthen pseudomorph nach Olivin (Umriss des Olivins durch Magnetitkörnchen angedeutet). Vergr. 120.

Tafel XLI.

Fig. 9. Gabbroporphyrit durch Granitaufnahme verändert. Quarzkörnchen, corrodirter Feldspath, Structur der Grundmasse. Vergr. 120.

„ 10. Amphibolit. Vergr. 300.

Tafel XLII.

Fig. 11. Gneissgranit. Orthoklas (dunkel) mit Albit verwachsen. Vergr. 120.

„ 12. Quarzitischer Paragneiss mit Graphit. Vergr. 220.

Digitized by Google

Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura.

Von

F. Mühlberg in Aarau.

Mit 2 tektonischen Kartenskizzen.

(Erwiderung auf die gleichlautende Abhandlung von G. Steinmann im Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 481—488.)

Anlässlich von Excursionen der Aargauischen naturforschenden Gesellschaft im Frühjahr 1892 und der Schweizerischen geologischen Gesellschaft im Herbst 1892, sowie einer Abtheilung des internationalen Geologencongresses in Zürich im Jahre 1894, habe ich Profile durch die Klusen von Önsingen und Mümliswil veröffentlicht und die Tektonik der Gegend auch in meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz veranschaulicht.

In diesen Klusen herrschen merkwürdige Lagerungsverhältnisse. Die prächtigen Klusengewölbe sind nämlich, so einfach sie auch auf den ersten Blick erscheinen, aus zwei tektonisch verschobenen Theilen zusammengesetzt. Einerseits gehören der Gewölbekern in der Sohle der Klusen und der Nordschenkel und andererseits der Südschenkel und der Gewölbescheitel je einem einheitlichen, besonderen Ganzen an. Die beiden Partien, aus ihrem ursprünglichen normalen Zusammenhange gelöst, verbinden sich heute in der Weise zu den abnormalen Gewölben, dass die Malmbänder des Nordschenkels in die Fortsetzung des Doggers des Südschenkels und des Scheitels fallen, und dass der Dogger-Rogenstein doppelt am Aufbau der Gewölbe betheiligt erscheint, nämlich sowohl im Gewölbekern in der Sohle der

Digitized by Google

Klus (nördliche Componente) als auch in den Felsbändern, die im Südschenkel aufsteigen und als Gewölbescheitel die Klusen in der Höhe begrenzen (südliche Componente). Die nördliche Componente ist also die tieferliegende. In verticaler Richtung beträgt die Verschiebung der beiden Rogensteine in der Önsinger Klus rund 400, in der Mümliswiler Klus rund 300 m.

Mehrere frühere Autoren haben diese merkwürdigen Lagerungsverhältnisse entweder ganz übersehen (u. a. P. Merian und C. Mösch), oder dieselben nur zum Theil erkannt (Thurmann und A. Müller). Die erste Beobachtung und Deutung derselben verdanken wir A. Gressly. Entsprechend dem ersten Eindruck, den die Sachlage erweckt, glaubte er, dieselbe durch eine locale Einsenkung des Gewölbescheitels erklären zu sollen. A. Müller hingegen nahm für die Önsinger Klus eine senkrechte Verwerfung in der Längsrichtung der Kette an.

In den vorerwähnten Profilen, die ich als Frucht gründlicherer Untersuchungen herausgegeben, sind die Verhältnisse zum ersten Male überhaupt in den richtigen Maassen zur Anschauung gebracht und zwar in der Projection auf eine Ebene quer zu den Klusen. Gleichzeitig habe ich in den kurzen Erläuterungen zu den Profilen die Erscheinungen durch die Annahme von Überschiebungen erklärt, in der Meinung, dass die beiden Schichtencomplexe, die in der Projectionsebene der Profile übereinander zu liegen kommen, auch wirklich tektonisch übereinander liegen, dass also das untere Doggergewölbe ost- und westwärts unter dem höheren sich noch fortsetze, beziehungsweise, dass das höhere Gewölbe das tiefere einst auch da bedeckt habe, wo dasselbe infolge von Erosion jetzt frei liegt.

Gegen diese Auffassung sich wendend ist G. Steinmann in einer Abhandlung, die unter dem Titel: „Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura“ im Centralbl. f. Min. etc. 1902, p. 481—488, erschienen ist, zur Hypothese von blossen Einsenkungen zurückgekehrt. Die Dinge werden für den Fernerstehenden in einer bestechenden Weise lediglich durch Verwerfungen erklärt, die sich kreuzen und schief zu den Ketten gerichtet sein sollen und die „zeitlich mit dem mio-

Digitized by Google

pliocänen System der Rheinspalten zusammenfallen, deren Richtung sie sich z. Th. anschliessen". Zur Begründung beruft sich STEINMANN auf neue Beobachtungen, die meine Darlegung wesentlich modificiren und ergänzen sollen.

Ich werde zwar Gelegenheit haben, mich in dem Texte zu meiner im Auftrag der Schweizerischen geologischen Commission zu veröffentlichenden geologischen Karte des fraglichen Gebietes einlässlich auszusprechen. Da bis dahin aber noch einige Zeit verstreichen wird, trete ich der Bedeutung des Gegenstandes wegen jetzt schon auf eine Erörterung der Publication STEINMANN's ein. Ich stütze mich dabei nicht bloss auf das Beobachtungsmaterial, das meinen ersten Profilen zu Grunde lag; ich habe das Gebiet seither wiederholt begangen und insbesondere im letzten Herbst alle von STEINMANN erwähnten Stellen und Verhältnisse nochmals gründlich geprüft. Infolgedessen sind meine Untersuchungen heute so weit gediehen, dass der Bau der Klusen vollständiger und in einem weiteren Rahmen dargestellt und verständlich gemacht zu werden vermag, als dies in den Texten der Excursionsführer geschehen ist, in welchen bloss auf den engsten Umkreis der Klusen und selbstverständlich nicht in erschöpfender Weise Bezug genommen worden ist. Ich will gleich hinzufügen, dass ich meine Darlegung der thatsächlichen Verhältnisse durch STEINMANN in keinem Punkte weder berichtigt noch ergänzt, dass ich vielmehr dieselbe nur bestätigt gefunden habe, und dass die Hypothese der Überschiebungen durch zwingende Belege heute vollends zur Thatsache geworden ist.

Ich werde nun im Folgenden zunächst ausschliesslich auf STEINMANN's Darstellungen eingehen, und dann die wichtigsten Thatsachen und Erwägungen zusammenstellen, die uns zwingen, die Tektonik der Klusen durch Überschiebungen zu erklären. Zur Erleichterung des Verständnisses stelle ich unsere tektonischen Kartenskizzen einander gegenüber. Meine jetzige Skizze ergänzt zugleich meine frühere „geotektonische Skizze der nordwestlichen Schweiz", jedoch nicht im Sinne STEINMANN's.

STEINMANN behauptet, er habe die Verwerfung A—A seiner Skizze „von der grossen Passwanglängsspalte aus durch den

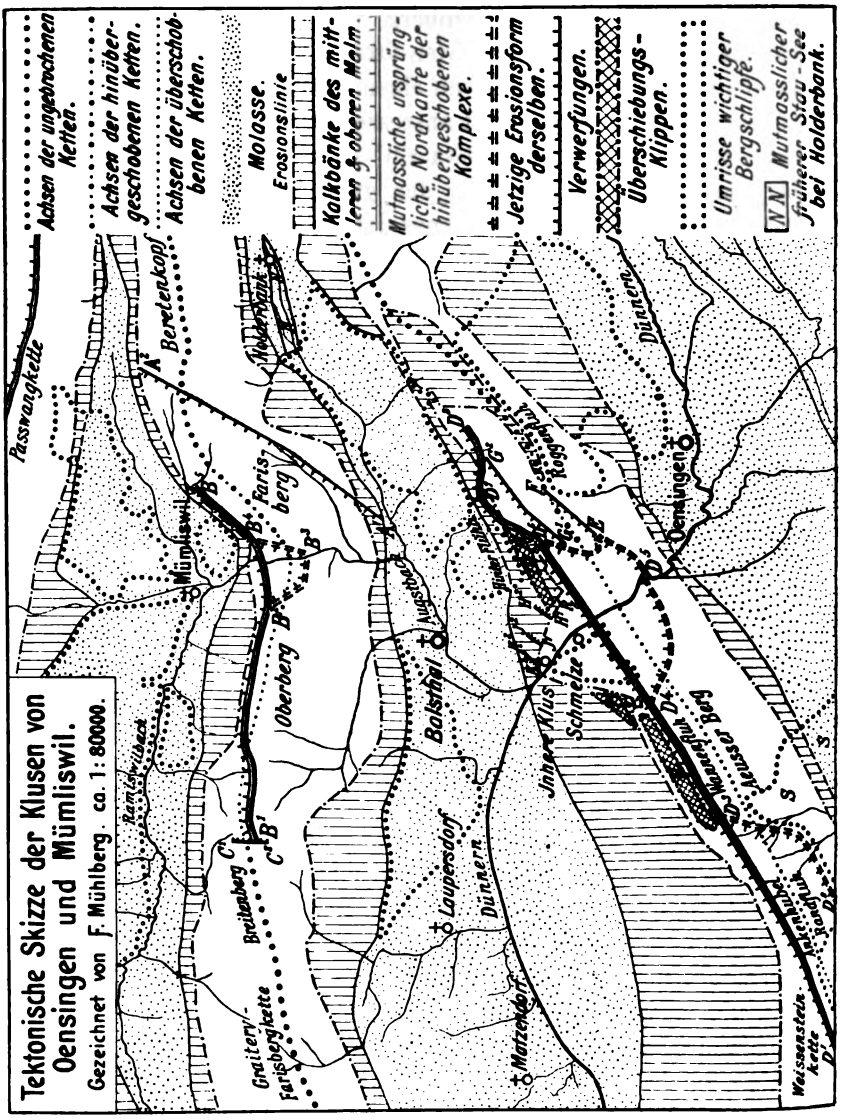
Digitized by Google

Südflügel dieser Kette (Helfenberg) verfolgen" können, indem hier das Westende der Callovien-Oxford Combe (sollte heissen Combe in Effingerschichten) an einem fast senkrecht gestellten 85° streichenden Sequangrat anstosse, dessen Fortsetzung östlich der Verwerfung nur etwa 60° einfalle. Indem man den bequemen Fussweg, der über den ganzen Grat führt, begeht, kann man feststellen, dass jenes Isoklinalthal keineswegs an den Sequangrat stösst, wie das Kartenblatt 148, das hier sehr ungenau ist, glauben lässt, sondern an einen nördlich des Grates gelegenen Wald, der ebenfalls dem Thale angehört. Befände sich dort eine Verwerfung im Sinne Steinmann's, so müssten die östlichen Effingerschichten an westliches Sequan oder mindestens das östliche untere Sequan an oberes Sequan stossen. Das ist nicht der Fall. Das untere Sequan des östlichen Grates geht, indem es bei der Annäherung an den östlichen Theil analog dem Dogger des Nordschenkels der südlichen, also der Farisbergkette südöstlich Schlossweid und dem Dogger der nördlichen, also der Passwangkette, eine Biegung gegen Nordwest macht, und sogar oben etwas nach Süden überkippt, ganz ungestört in das untere Sequan des von Steinmann erwähnten Sequangrates über. Das obere Sequan bildet etwas östlich dieser Stelle ebenso steile Felsplatten, wie das westliche Sequan. Das ist sogar schon von weitem sichtbar.

Den Umstand, dass der Sequangrat der Farisbergkette[1], nördlich Schlossweid, westlich der dortigen Runse nach Nord übergekippt ist, verwerthet Steinmann ebenfalls zur Begründung seiner Annahme, dass durch diesen Grat eine Verwerfung gehe. Allein man kann sich auch dort leicht überzeugen, dass die entsprechenden Formationen des Malms beiderseits dieser Runse ohne wesentliche Verschiebungen ineinander übergehen. Das Überkippen steil gestellter Schichten in der Richtung des Gehänges ist eine im Jura überall wohlbekannte Erscheinung. Sie berechtigt hier ebensowenig als

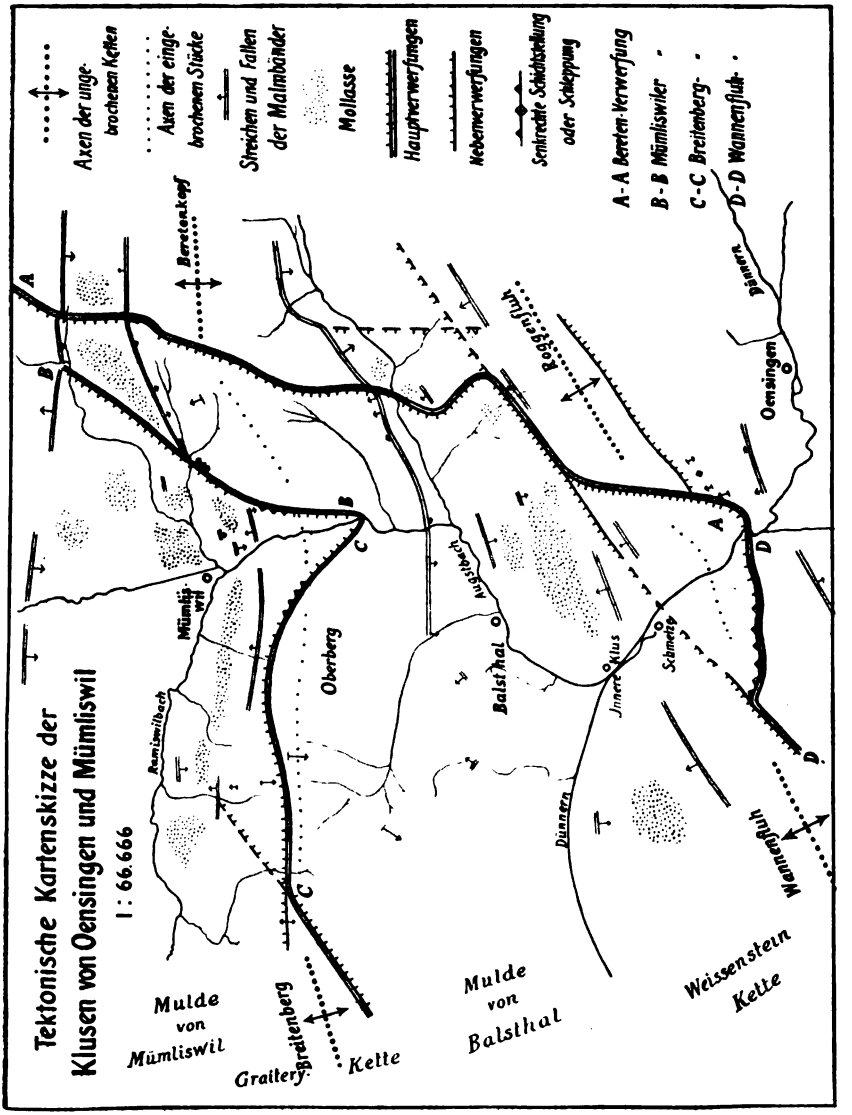
[1] Die Bezeichnung „Graitery-Kette", welche Steinmann gebraucht, ist nach den Gesetzen der Nomenclatur unzulässig, da Thurmann, der den Namen zuerst gebraucht hat, ihn ausschliesslich zur Bezeichnung des Graitery genannten Gliedes dieser Kette verwendet und die übrigen Glieder mit anderen Namen belegt hat.

Digitized by Google



anderwärts zu Schlüssen auf das Vorhandensein von Verwerfungen. Das lehrt gerade da das Verhalten der Grenzschichten zwischen Malm und Dogger. Die Köpfe dieser Schichten sind westlich Schlossweid, also westlich A^2 meiner Skizze, nordwärts, d. h. gehängeabwärts übergekippt, dann, was STEINMANN nicht beachtet zu haben scheint, auf eine

Digitized by Google



Strecke von mehr als 100 m mit dem Abhang gleichsinnig gelegen, dann wieder beim Beretenhof und westwärts gehängeabwärts übergekippt. Steinmann erwähnt aber die Überkippungen jeweilen nur von den Stellen, die mit den von ihm angenommenen Verwerfungen zusammenfallen und lässt die zahlreichen anderen Stellen unbeachtet.

Digitized by Google

Von der Schlossweid an bis in die Nähe der Schlossfluh östlich der Ruine Neu-Falkenstein durchsetzt nun wirklich eine Verwerfung A^1—A^2 die Kette in schiefer Richtung, die ich bereits auf meiner geotektonischen Skizze angegeben habe. Steinmann findet die Richtung derselben falsch gezeichnet. Allerdings beträgt der Winkel der betreffenden Linie mit dem Meridian auf meiner Skizze 42°, bei Steinmann 22°. In Wirklichkeit bildet die Verwerfung mit dem Meridian durchschnittlich einen Winkel von 32°; im südlichen Theil 36°. Auf wessen Seite ist nun der grössere Fehler?

Vom Südschenkel der Farisbergkette lässt Steinmann dieselbe Verwerfung in den Nordschenkel der Weissensteinkette übergehen. Diese Auffassung wird nicht belegt und kann nicht belegt werden, da keine Thatsachen auf eine derartig verlaufende Verwerfung hindeuten. Das mit Molasse erfüllte Thal ist mit Alluvium und Trümmern derart überschüttet, dass auch eine wirkliche Verwerfung darin nicht erkennbar sein würde. Der Nordschenkel der Weissensteinkette zeigt Störungen ganz anderer Art. Der Vorwurf Steinmann's, ich habe die Verwerfung in der Farisbergkette zu kurz gezeichnet, ist also unberechtigt.

Es ist noch ein Wort über die Sprunghöhe dieser Verwerfung zu sagen. Steinmann schätzt sie auf ca. 150 m; das ist etwa $2\frac{1}{2}$ Mal zu viel. Der nördlich des Beretenkopfes gelegene Scheitel des Farisberggewölbes steigt schon südlich des Beretenhofes ziemlich steil bis zu 910 m an. Etwas unterhalb des dortigen Waldrandes stossen Birmensdorferschichten resp. Callovien des westlichen Theils an oberen Hauptrogenstein des östlichen Theils der Kette. Der obere Hauptrogenstein steigt nun wieder (in ungleicher Steilheit) nach Osten an, derart, dass der ganze Westabhang des Beretenkopfes von den oberen Lagen des oberen Hauptrogensteins gebildet wird, die kaum die Mächtigkeit von 25 m besitzen. Berechnet man nun noch die Mächtigkeit des obersten Braunen Jura, so kann die Sprunghöhe der Verwerfung nicht 150, sondern bloss etwa 60 m betragen.

In der Weissensteinkette bringt Steinmann die Beretenverwerfung mit dem östlichen Theil der von ihm dort angenommenen Längsverwerfung in der Kette, resp. mit dem

Digitized by Google

Ostende der von mir nachgewiesenen Überschiebungsgrenze in Verbindung und sagt: „Da, wo die Verwerfung den nördlichen Malmschenkel durchschneidet, bringt sie denselben auf wenige Meter zum Verschwinden. Am Fusswege beim Hinterflühli trifft man zwischen der Molasse und dem steil fallenden Callovien nur wenige Meter Malmkalk, so dass hier ein Schichtcomplex von ca. 200 m Argovien, Sequan und Kimmeridge umfassend ausgefallen ist.“ Ich habe dort ganz andere Dinge gesehen: Oben bei D^7 meiner Skizze liegt mächtiges, nordwärts übergekipptes Callovien fast horizontal resp. schwach nordöstlich geneigt, darunter eine ca. 10 cm dicke Lage von Birmensdorferschichten, dann ca. 1 m Mergel der Effingerschichten auf einer wie infolge von Überschiebung geglätteten Fläche von Sequan, die sich über 60 m weit und mit einigen Unterbrechungen noch weiter ostwärts leicht beobachten lässt. Das sogen. Flühli ist eben dieses ca. 7 m mächtige, schwach nordöstlich geneigte Sequanfelsband. Ca. 20 m tiefer und 30 m nördlicher ist unterhalb des mit Gestrüpp bewachsenen Abhanges schon aus grosser Distanz ein zweites Felsband erkennbar, das aus etwas steiler als der Abhang nordwärts geneigtem Kimmeridge besteht. Unter diesem erkennt man auf der Westseite deutlich auch höheres Kimmeridge an einer ca. 15 m hohen Felswand. Erst weiter unterhalb steht Molasse an.

Steinmann lässt dann die Verwerfung vom Nordende des Önsingerroggens bis zur äusseren Klus verlaufen, ohne von der eben erwähnten Überschiebung, die besonders auch am Westende des Brentenhubels leicht erkennbar ist, Notiz zu nehmen, und ohne irgend einen Beweis gegen die augenscheinliche Überschiebung des Rogensteins des Önsingerroggens über den Malm und Rogenstein des Hesselberges anzuführen; denn die einzige von Steinmann erwähnte Thatsache, dass der Hesselberg tiefer liegt als der Önsingerroggen, kann nicht ausschliesslich als ein Beweis für eine Verwerfung angesehen werden, sie spricht ebensosehr für eine Überschiebung.

Besonders auffällig ist nun, dass nach Steinmann in der äusseren Klus die Verwerfung A—A mit einer anderen Verwerfung D—D nahezu unter einem rechten Winkel zusammen-

Digitized by Google

stossen soll, und dass diese Verwerfungen „sich gegenseitig aufheben" sollen. Diese Verwerfung D—D wird hergeleitet aus einer angeblichen senkrechten Schleppung des Rogensteins entlang einer Strecke dieser Linie. In Wirklichkeit ist aber hier nirgends senkrecht oder überhaupt irgendwie geschleppter Rogenstein zu sehen. Damit ist auch der einzige von Steinmann angeführte Grund für eine Verwerfung an dieser Stelle hinfällig.

Ebensowenig wie in der Önsinger Klus ist die Annahme zweier sich rechtwinklig treffender und sich gegenseitig aufhebender Brüche in der Mümliswiler Klus begründet. Ich will von den namhaft gemachten Factoren nur die Schleppung des Rogensteins am Nordwestende der Lobisei, B^4 meiner Skizze, erwähnen, die auch in meinen Profilen genau angegeben ist. Nach Steinmann soll dort „die Schleppung des Rogensteins 100 m und mehr senkrecht in die Tiefe fortsetzen". Das ist unrichtig. Zwar zeigt der Rogenstein hier wie anderwärts fast senkrechte (nicht 100, sondern bloss 10—20 m hohe) Kluftwände. Allein solche Kluftwände kommen auch anderwärts, sogar bei horizontaler ungestörter Lagerung vor. Die fragliche Kluftwand braucht also nicht durch eine Verwerfung erklärt zu werden. Sie kann bei der Zerklüftung des Gesteins entstanden sein und ihr Blossliegen ist einfach späterer Erosion zuzuschreiben.

Die Schichten des unteren Hauptrogensteins dieses Complexes, wie auch die Basis desselben, stehen jedoch nicht senkrecht, sondern sind 30—40° südwärts geneigt. Das ist schon aus der Karte erkennbar. Unter den Rogenstein schiessen gequetschte Effingerschichten und aufgeschürfter Dogger ein. Das spricht für eine Überschiebung, nicht für eine Verwerfung. Ausserdem sieht man zwischen Spitzflühli und Kirchhölzli deutlich unteres Sequan unter die Stirn des hinübergeschobenen Rogensteins der Lobisei streichen. Und wenn auch die Behauptung Steinmann's, dass am Kirchhölzli, nördlich B^4 meiner Skizze, auch Molasse hart an den flexurartig abbiegenden Rogenstein gedrängt liege, nicht richtig ist, indem die Entfernung der Molasse vom Rogenstein mindestens 60 m beträgt, so würde ein solches Zusammentreffen in Verbindung mit der vorhin erwähnten Schleppung mehr für eine Überschiebung als für eine Verwerfung sprechen.

Digitized by Google

Ich erwähne nur kurz, dass ich trotz der Zweifel Steinmann's daran festhalte, dass die verrutschten Massen von Malm überall, wo ich es auf meiner älteren geotektonischen und gar der hier beigelegten Skizze angegeben habe, als Bergschlipfe zu deuten sind. Sie zeigen alle charakteristischen Eigenschaften derselben. Die Absturzgebiete sind überall leicht zu erkennen, die Massen liegen discordant und arg zerrüttet auf Molasse.

An Steinmann's Darlegungen muss ich sodann das Fehlen aller Begründung seiner sogenannten Nebenverwerfungen beanstanden. Die Existenz solcher Verwerfungen wäre für die Lösung des ganzen Problems nicht nebensächlich, sondern sehr wichtig. Ich habe mich daher bemüht, selbst nach den Thatsachen zu forschen, die zur Annahme der Steinmann'schen Verwerfungen Veranlassungen geben könnten, und habe gefunden, dass keine dieser Verwerfungen existirt. Das gilt speciell von der angeblichen westlichen Fortsetzung der Verwerfung südlich Breitenberg, einer Verwerfung südlich der Roggenfluh[1], und von einer Verwerfung quer durch die Klus, über Schmelze, die Steinmann an gleicher Stelle einzeichnet, wo auf meiner Skizze die Grenze der Überschiebung angegeben ist.

Ebenso ergiebt sich aus meiner Skizze, dass entgegen der Ausführung Steinmann's die Mulde von Balsthal nicht im Gebiet der von ihm angegebenen Verwerfung, sondern erst weit westlich davon am breitesten ist. Zwischen den Curven von 670 m ist die Mulde bei Balsthal nur 2, vier km westlich der Klus 3¼ km breit. Es bestehen also zwischen dieser Breite und den angeblichen Verwerfungen nicht die von Steinmann behaupteten Beziehungen. Wäre die grössere Breite die Folge einer durch diese Verwerfung bedingten Einsenkung, so müsste der Nordschenkel der Kette südlich der Einsenkung ebenfalls tiefer gelegen sein als dessen östliche und westliche Fortsetzung. Doch das gerade Gegentheil ist der Fall; der Nord-

[1] Dass auf der Ostseite der Önsingerklus im Dogger südlich des Sonnenwirbels eine Verwerfung, E—F, vorhanden ist, habe ich bereits auf Taf. VI Fig. 4 des Berichtes über die Excursion der Schweiz. geol. Ges. angedeutet. Ihre Fortsetzung verläuft jedoch nördlich der Roggenfluh und nicht südlich, wie Steinmann angiebt.

Digitized by Google

schenkel steigt hier höher als anderwärts. Überdies sieht man keinen Unterschied im Streichen und Fallen der Nordflanke des Gewölbes im Übergang von dem auf dem Kärtchen von Steinmann als eingebrochen ausgezeichneten zu dem nicht gebrochenen Theile der Antiklinale.

Damit glaube ich, die Unhaltbarkeit der vermeintlich neuen Angaben Steinmann's hinreichend nachgewiesen zu haben; dieselben sind sämmtlich unrichtig. Die Versuche, die Erscheinungen der Klusen lediglich als ein Verwerfungsphänomen zu erklären, fallen dahin.

Unter Hinweis auf meine beigedruckte tektonische Skizze der Klusen von Önsingen und Mümliswil stelle ich den Hypothesen Steinmann's kurz folgende Thatsachen und Betrachtungen als positive Beweise für das Vorhandensein von Überschiebungen gegenüber.

1. Nachweis bedeutender Erosionen im Gebiete der Klusen und damit zugleich der früheren Bedeckung des tieferen Doggergewölbes durch den höheren, hinübergeschobenen Schichtencomplex.

Bei der Beurtheilung der Verhältnisse beider Klusen lässt Steinmann völlig unberücksichtigt, dass die Ausdehnung des höheren Schichtencomplexes zur Zeit vor und während der Dislocation der heutigen Ausdehnung desselben nicht gleich gewesen sein kann. Man darf nicht nur, sondern man muss eine grössere Ausdehnung des höheren Schichtencomplexes zur Zeit der Dislocation annehmen. Ich zweifle nicht im Mindesten daran, dass der höhere Dogger der rechten Thalseite mit demjenigen der linken zusammengehangen habe, und dass dieselben erst allmählich später durch Erosion so weit getrennt worden sind, wie es heute der Fall ist. Auch Steinmann scheint vorauszusetzen, dass der tiefere Dogger und die dazugehörigen aufliegenden Theile des Malms der beiden Thalseiten ursprünglich ebenfalls einen zusammenhängenden Complex gebildet haben, dass also das Thälchen, das heute den linksseitigen vom rechtsseitigen Dogger des herabgesunkenen oder überschobenen Complexes trennt, erst erodirt worden sei, nachdem dieser Complex in die heutige Lage gelangt war. Nun stehen in der Mümliswiler Klus die Ränder des oberen Hauptrogensteins des tieferen Complexes

Digitized by Google

200 m, diejenigen des zugehörigen Sequans oben 600 m weit auseinander. In der Önsingerklus sind die entsprechenden Zahlen 600 und 1500 m. So gross ist also der Betrag der Horizontalerosion in den genannten Schichten des tieferen Theils der beiden Klusen. Derselbe ist also in der unteren, d. h. in der Önsinger Klus grösser als in der oberen, der Mümliswiler Klus. Das stimmt mit der Erfahrung, dass die Erosion im unteren Theil eines Thales beträchtlicher zu sein pflegt als im oberen.

Die Erfahrung lehrt ferner, dass die höher liegenden Gehänge immer bedeutend mehr erodirt sind, als die im gleichen Profil tiefer gelegenen. Daher ist die Molasse und der Malm im Scheitel der Farisbergkette beiderseits der Mümliswiler Klus und im Scheitel der Weissensteinkette westlich der Önsinger Klus ganz, östlich dieser Klus grösstentheils erodirt. Es kann daher nicht auffallen, sondern es ist ein Beweis für die Annahme der Gestaltung der Abhänge durch Erosion, dass der höhere Doggercomplex in beiden Klusen viel weiter erodirt ist als der tiefere, nämlich im Maximum in der Mümliswiler Klus, B^2—B^4, 1500, in der Önsinger Klus, D^4—D^6, 2500 m. Diesen Fehlbetrag in der heutigen Ausdehnung des höheren Doggercomplexes darf man also nicht mit Steinmann dem Umstande zuschreiben, dass das im höheren Dogger fehlende Stück abgesunken und im tieferen Doggercomplex zu suchen sei. Eine solche Annahme würde sofort auch die nach sich ziehen, es habe seit der Zeit der Entstehung der fraglichen Lagerungsstörung im oberen Schichtencomplex gar keine Erosion stattgefunden, während doch im tieferen Complex eine Erosion im obigen Betrage zugegeben wird. Das im höheren Complex fehlende Stück ist also erst infolge der seitherigen Erosion verschwunden, es war zur Zeit der Aufstauung der Kette noch vorhanden, und hat damals denjenigen Theil des tieferen Doggers, der heute in den Klusen blossliegt, bedeckt. Die Fortsetzung dieses sichtbaren Theils des tieferen Doggers streicht unter den noch nicht erodirten Theil des höheren Doggers fort. Wollte man aber auch für den höheren Complex bloss eine gleich intensive Erosion, wie für den tieferen voraussetzen — so wenig logisch das wäre —, so bliebe dennoch eine zur Zeit der Dislocation grössere Ausbreitung des höheren Complexes als heute, und damit wäre eine wenigstens theil-

Digitized by Google

weise Bedeckung des tieferen anerkannt, nämlich um eben den Betrag der für diesen letzteren angenommenen Erosion. Sobald aber auch nur eine theilweise Bedeckung eingeräumt ist, und sie muss wegen des unmittelbaren Contactes der Componenten auch bei minimalster Erosion eingeräumt werden, ist die Absenkung des tieferen vom höheren Complexe durch eine Verwerfung ausgeschlossen.

Zu den gleichen Schlüssen führt eine andere Betrachtung. Auf der Ostseite der Önsinger Klus ragt von der Stelle aus, wo die nördlichen Schichtenköpfe des höheren Doggers an die Schichtenköpfe des mittleren Malms des Nordschenkels der Kette stossen, D^6, ein mächtiges Felsband von Sequan, den Kluserroggen bildend, mindestens 600 m westwärts gegen die Klus bis R vor. Das Felsband wird von dem obersten Theil des Malms des Nordschenkels der Kette gebildet, der im Übrigen ca. 30—40° nordwärts geneigt, hier aber in scharfer Knickung fast senkrecht gestellt, ja zum Theil nordwärts umgekippt ist. Welche Kraft hat diese plötzliche Aufbiegung der Schichten bewirkt? Steimann wird eine Schleppung bei einer Absenkung dieses Schichtenkomplexes in Anspruch nehmen. Schon die ungestörte Lagerung des darunter liegenden Malms schliesst aber die Annahme einer solchen Absenkung aus. Sei dem aber wie ihm wolle, eine Schleppung war nur möglich, wenn südlich der supponirten Verwerfung, deren Nordflügel nach Steinmann gesunken sein soll, ein Widerstand gegenüber dem Sequankalk vorhanden war. Allein ein solcher fehlt heute. Der verschwundene Widerstand kann nur in einer früheren Fortsetzung der Felsmassen des südlichen höheren Complexes von D^6—R nach Westen vorausgesetzt werden, d. h. das Doggergewölbe des Önsingerroggens hat sich einst bis zu der senkrechten Felswand des Kluserroggens ihrer ganzen Länge nach erstreckt; das ist etwa 750 m weiter westwärts als heute. Ist das aber der Fall gewesen, dann hat derselbe, also der höhere Complex unbedingt den unteren Malm und den Dogger des tieferen Complexes ebensoweit überdeckt.

Es lässt sich nun beweisen, dass es sich bei der Aufrichtung dieser Sequanschichten um einen ganz anderen Vorgang als um eine Schleppung handelt. Es muss eine Masse,

Digitized by Google

die jetzt nicht mehr vorhanden ist, einen Druck von Süden her vermittelt haben. Denn die aufgerichteten Schichten sind oben sogar nordwärts umgebogen, ja, ihr oberer Theil ist ausserdem abgescheert und mindestens 500 m weit nach Norden verschoben. Wie anders wäre es sonst zu erklären, dass, was Steinmann nicht bemerkt zu haben scheint, der nördliche Rücken des Kluserroggens aus denselben Schichten, des oberen Sequans besteht, wie der südliche Rücken und dass sogar am Südfuss des nördlichen Rückens im Hochthälchen zwischen beiden Rücken unteres Sequan liegt, also dieselben Schichten, die sowohl am südlichen, wie am westlichen Felsband des Kluserroggens ca. 70 m tiefer liegen?

Mit einer Überschiebung stimmt ferner die Thatsache, die Steinmann offenbar ebenfalls entgangen ist, dass das obere Sequan der nördlichen Kante des Kluserroggens über oberes Kimmeridge, das die Decke des normal liegenden Nordschenkels der Kette im östlichen Theil der Klus bildet, discordant aufliegt. Die Stelle, wo diese Auflagerung ziemlich leicht erkannt werden kann, liegt am Nordende einer schräg nordwärts aufsteigenden Kluft, die durch den obersten Theil des Westendes der südlichen Kante des Kluserroggens und vom Niveau des Thälchens zwischen den beiden Kanten aus etwa 30 m unter dem Grat des nördlichen Rückens, etwas südlich der Verwerfung H meiner Skizze, durchzieht.

Die Felsschichten in der Basis des östlichen Endes des Felsbandes des südlichen Kluserroggens sind nicht aufgestaut und ragen bei M ca. 50 m weiter als das übrige aufgestaute Sequan südwärts vor, derart, dass sie noch unter den Nordrand des höheren Doggercomplexes zu dringen scheinen. Daraus geht hervor, dass die Masse, welche die Aufstauung des übrigen Felsbandes bewirkt hat, in einem Niveau nordwärts verschoben worden ist, das wenigstens an dieser Stelle höher lag, als dieser nach Süden vorspringende Sporn. Ähnliche Verhältnisse wie auf der Ostseite scheinen auf der Westseite der Klus zu bestehen. Den Stellen M und Q der Ostseite entsprechen L und P der Westseite.

Auf die Frage, ob die Überschiebung in den Klusen durch eine Faltenverwerfung (nach Greppin) oder durch eine Verschiebung längs einem nordwärts ansteigenden schiefen Bruch-

Digitized by Google

riss (nach Rothpletz) bedingt sei, soll hier nicht eingetreten werden, da es sich jetzt nur um die Darstellung Steinmann's handelt. Da ich jedoch früher die Ansicht ausgesprochen habe, es sei der Überschiebung eine Erosion derjenigen Schichten vorausgegangen, die ursprünglich über dem Scheitel des tieferen Doggergewölbes vorhanden gewesen sind, so will ich hier nicht unterlassen, bestätigend zu betonen, dass wirklich zu beiden Seiten der Klusen der Dogger (wenigstens im südlichen Theil des tieferen, überschobenen, gewölbeartig gestalteten Complexes) das höchste Glied ist. Die ursprünglich darauf gelegenen Formationen der Molasse und des Malms können nicht in der Molasse und dem Malm gesucht werden, die auf dem hinübergeschobenen Complex liegen oder gelegen haben. Sie müssen also erodirt worden sein.

2. Vergleichung der früheren und der jetzigen horizontalen Ausdehnung der Schichtencomplexe im Gebiete der überschobenen Gewölbe mit derjenigen in den normalen Theilen der Kette.

Indem Steinmann die Verhältnisse der Klusen durch blosse senkrechte Verwerfungen zu erklären versucht, nimmt er keine Rücksicht darauf, dass die Gesteinsschichten, die jetzt die Ketten des Jura bilden, wenigstens je in den benachbarten Theilen einer und derselben Kette in der Richtung quer zu den Ketten ursprünglich dieselbe horizontale Ausdehnung besessen haben. Die Deutung der Sachlage muss auch die heutige Ausdehnung der Schichten in dem Falle erklären, dass man sich dieselben horizontal ausgebreitet denkt. Nun ist das in Frage stehende gestörte Gebiet in der Mümliswiler Klus auf der Westseite vom Doggergewölbe des Breitenberges, auf der Ostseite vom Gewölbe des Beretenkopfes begrenzt. Die Scheitel dieser beiden Gewölbe liegen etwa 1100 m ü. M., während der Scheitel des tieferen Doggergewölbes 560 bezw. 580 m hoch liegt. Dementsprechend ist der Radius des letzteren Gewölbes um ca. 500 m und also auch der Umfang des Gewölbes sehr erheblich kürzer als der Scheitel des normalen Doggergewölbes. Wenn nun nach Steinmann eine wesentliche Erosion des Doggers in den Klusen nicht stattgefunden haben soll, so bleibt zur Erklärung der Differenz der Ausdehnung der beiden Doggergewölbe nur die

Digitized by Google

Annahme übrig, der Fehlbetrag des tieferen Doggers sei bloss scheinbar, ein Stück Dogger von diesem Betrag sei unter dem höheren Dogger infolge von Überschiebung verdeckt.

In gleicher Weise muss die Differenz in der Oberflächenausdehnung des tieferen und des höheren Doggers in der Önsinger Klus erklärt werden.

3. Beziehung der Klusen zu den Überschiebungen in der Farisberg- und der Weissensteinkette.

Es ist noch nicht so lange her, dass man alle Ketten des Jura für einfache normale Gewölbe ansah. Die Profile auch in den gestörtesten Gebieten wurden von Thurmann, Gressly und noch von C. Mösch fast ausschliesslich als Falten gezeichnet. Alle Tunnelbauten und Tiefbohrungen im Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und Tafeljura haben jedoch ganz bedeutende Überschiebungen der nördlichsten Kette über den Südrand des Tafeljura erkennen lassen. A. Müller hat viele Überschiebungen aus dem Basler Jura beschrieben, aber keinen Glauben gefunden, weil seine Darlegungen nicht zu den herrschenden Ansichten stimmten. Ich habe Müller's Beobachtungen meist bestätigen können und indem ich sie ergänzte, nachgewiesen, dass diese Überschiebungen bis 5, ja local sogar bis 10 km betragen. In den Ketten selbst hat man früher keine Überschiebungen gekannt. Ich erinnere mich noch wohl der Widersprüche, die meine ersten Mittheilungen über solche und über die zahlreichen Verwerfungen im Tafeljura bei den Fachgenossen gefunden haben. Seither haben die Untersuchungen Anderer nicht nur meine Angaben bestätigt, sondern dieselben durch den Nachweis noch zahlreicherer Verwerfungen ergänzt. In meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz habe ich in den Ketten nur da Überschiebungen eingezeichnet, wo sie mir damals sicher bekannt waren. Inzwischen habe ich meine Untersuchungen fortgesetzt und mich überzeugt, dass Überschiebungen auch im Kettenjura, wenigstens östlich der Linie Solothurn—Liesberg bis zum Ostende des Jura in der Lägernkette, nicht etwa, wie man früher glaubte, Ausnahmen, sondern Regel sind. So sehr früher die Erscheinung auffallen mochte.

Digitized by Google

kann es uns jetzt nicht mehr überraschen, dass die beiden Querschnitte durch die Ketten, als die wir die fraglichen Klusen bezeichnen können, das Bild von Überschiebungen darbieten.

Wie alle Ketten dieses Theils des Jura, so haben auch die Farisberg- und Weissensteinkette einen einseitigen Bau. Der Südschenkel dominirt und erscheint in der Regel über den steileren Nordschenkel verschoben. In beiden Ketten lassen sich diese Überschiebungen weit nach W. und O. verfolgen. Ihre Erscheinung wechselt freilich von Strecke zu Strecke theils infolge ursprünglicher Verschiedenheit, theils infolge der seitherigen Erosionen.

In der Farisbergkette zieht sich eine Überschiebung von der Klus von Court durch den Graitery zu der Klus von Gänsbrunnen. Auf der Westseite dieser Klus besteht eine eigenthümliche Lagerungsstörung, indem der Malm des Nordschenkels der Kette im Vergleiche zu seiner östlichen Fortsetzung um ca. 1500 m gegen NW. verschoben ist. Östlich Gänsbrunnen scheint die Kette ein normales Gewölbe zu bilden. Allein wo der aus Malm bestehende Scheitel erodirt ist, etwa vom Harzberg über Probstberg und Sangetel ist der Bau der Kette typisch einseitig und zeigt Störungen durch Überschiebungen. Sogar der Südschenkel des Malms erscheint hier von einer analogen Störung betroffen. Im Breitenberg scheint das Gewölbe wieder normal zu sein. Der Scheitel dieses Gewölbes ist auf der Ostseite fast plötzlich durch eine Verwerfung, C^1—C^2, quer zur Kette, etwas westlich der Schlucht südlich Schinboden abgebrochen; die östliche Fortsetzung bei B^1 liegt etwa 280 m tiefer und zieht sich unter dem von der Verwerfung nicht betroffenen Südschenkel, dessen Stirn nördlich Oberberghof direct an die Schichtköpfe des steil aufgerichteten Nordschenkels stösst, hindurch, ostwärts sich senkend zur Klus, wo er infolge der Erosion des darüber hingeschobenen Complexes zu Tage tritt. Seine östliche Fortsetzung ist in der Lobisei durch den Dogger des höheren Südschenkels wieder überdeckt. Aber schon im „Graben", südöstlich B^5, ca. 1 km östlich der Klus erkennt man einen Übergang in ein wenigstens scheinbar normales Gewölbe, das östlich der Beretenverwerfung A^1—A^2 zum Beretenberg ansteigt.

Digitized by Google

Dessen Scheitel ist von der Wannenfluh bei Langenbruck an bis zum Ende der Kette bis auf den Keuper erodirt. Von Fasiswald an bis zum Ende der Kette bei Erlisbach lassen sich dann wieder an mehreren Stellen Überschiebungen nachweisen, so dass man annehmen muss, es handle sich nicht bloss um kleine locale Erscheinungen.

In der Weissensteinkette, in welcher die Önsinger Klus liegt, durchschneidet die Lagerungsstörung D^1—D^6 die Kette unter einem sehr spitzen Winkel von SW. nach NO., und ist auf eine Strecke von mindestens 18 km nachweisbar. Die erste Andeutung der Lagerungsstörung zeigt sich im W. in der bekannten Verwerfung nördlich der Einsiedelei bei Solothurn. Diese Verwerfung lässt sich ca. 2 km weit in nordöstlicher Richtung verfolgen. Sie ist vom Lirenrain bis in die Nähe von Günsberg auf eine Strecke von ca. 4 km scheinbar unterbrochen, in Wirklichkeit wohl nur durch diluviale Ablagerungen verdeckt. Von Günsberg weg verläuft sie auf eine Strecke von ca. 10 km in ost-nordöstlicher Richtung über Farnern, Wolfisberg, Schwengimatt zur Önsinger Klus, indem sie zugleich immer deutlicher als Überschiebung sich zu erkennen giebt. Auf eine Überschiebung in diesem Theil der Kette deutet wohl schon die Überschiebungsklippe nordwestlich Günsberg, die ich bereits in meiner geotektonischen Skizze der nordwestlichen Schweiz angemerkt habe. Dieselbe liegt auf dem Nordschenkel der Kette und besteht grösstentheils aus Keuper, dessen Glieder, Dolomit, bunte Mergel und Gyps von S. nach N., also in derselben Reihenfolge angeordnet sind wie im Südschenkel. Die Schichten der Klippe müssen daher durch eine von S. nach N. vordringende Masse vom Südschenkel abgescheert und nordwärts verschoben worden sein.

Westlich Wolfisberg resp. Walden liegt am Südfuss der Kette das Material eines riesigen Bergsturzes S S, des grössten im Jura, in einer Längenausdehnung von ca. 6 km und einer Höhe von ca. 120 m. Dieses typische grosse Bergsturzmaterial muss früher in der Fortsetzung der Schichtenköpfe der jetzt noch in der Kette anstehenden Schichten, also bei D^1, D^2, D^3 gelegen haben. Westlich der Randfluh besteht die Masse des Bergsturzes sowohl aus Theilen der hinüber-

Digitized by Google

geschobenen höheren, als der überschobenen tieferen Complexe. östlich der Randfluh dagegen nur aus Trümmern des hinübergeschobenen südlichen Complexes der Kette. Die abgerutschten Complexe haben also früher unzweifelhaft den Dogger des Südschenkels des tieferen Theils der Kette bedeckt.

Der Ausserberg südlich Schwengimatt, westlich der Önsinger Klus, ist der nicht abgerutschte, durch senkrechte Komplexe von Malm gestützte, in der hinübergeschobenen Lage erhalten gebliebene Theil der Überschiebungsmasse, unter den das tiefere Doggergewölbe der Randfluh von Westen her einschliesst. Vor der Stirn dieses von Süd nach Nord hinübergeschobenen Complexes sieht man auf der ganzen Länge Fetzen O von oberem Dogger und unterem Malm in so charakteristisch gefältelter Lagerung, dass man dieselbe nicht etwa auf eine Schleppung durch Verwerfung zurückführen, sondern nur als Folge einer Aufschürfung anlässlich einer Überschiebung deuten kann.

Auf der Ostseite der Önsinger Klus ist die Überschiebung D^6—D^8 noch $2\frac{1}{2}$ km weit deutlich erkennbar, geht dann in ein nordwärts übergekipptes, dann in ein scheinbar mehr und mehr normal werdendes Gewölbe über, dessen Nordschenkel immerhin sehr viel steiler ist als der Südschenkel, und in dem immer noch Verwerfungen als Fortsetzung der westlichen Lagerungsstörung vorkommen. Dieser Übergang ist schon in der Önsinger Klus dadurch angedeutet, dass der mittlere und der obere Hauptrogenstein des Südschenkels des tieferen überschobenen Doggergewölbes, die auf der Westseite noch unter die Thalsohle hinabgehen, auf der Ostseite die Thalsohle nicht mehr erreichen. Die ganze Weissensteinkette endet nördlich Hägendorf; sie legt sich an die zunächst nördlich gelegene Farisbergkette an und geht in diese über. Gleichzeitig tritt im Südschenkel der Farisbergkette eine die Kette von SW. nach NO. schief schneidende Verwerfung bezw. Blattverschiebung auf, die vielleicht die Fortsetzung der Überschiebungslinie der Weissensteinkette ist.

Sowohl im Nordschenkel als im Südschenkel der Kette sind kleinere Verwerfungen erkennbar, deren Erstreckung und Verlauf wegen der Bedeckung des Bodens mit Vegetation und Gesteinstrümmern schwer oder gar nicht ermittelt werden

Digitized by Google

kann. Ich habe einzelne derselben (G, H, J, K) östlich der Önsinger Klus in der tektonischen Skizze der Klusen angegeben.

4. Beziehungen der beiden Klusen zu einander und zu den nördlich gelegenen Senkungsgebieten.

Die einzelnen Theile eines tektonischen Ganzen sind in der Regel (zuweilen sehr) ungleich gehoben oder gesenkt. Das gilt im Jura nicht nur in der Richtung quer zum Gebirge, in welcher Gewölbe und Thäler miteinander abwechseln, sondern auch in der Längsrichtung. Es giebt im Jura wohl keine Kette, die auf eine erhebliche Strecke in gerader Richtung streicht, oder einen horizontalen Scheitel besitzt. Das ist auch in der Farisberg- und in der Weissensteinkette nicht der Fall. Die Erscheinung ist wohl hauptsächlich eine Folge der Ungleichheit der Widerstände bei der Aufstauung in den Ketten selbst. Bei der Erklärung der gegenwärtigen Zustände muss berücksichtigt werden, dass vor der Faltung des Gebirges die Verhältnisse ganz andere gewesen sind als heute und dass jene Widerstände infolge des Fortschrittes der Erosion immerfort gewechselt haben.

Treffen in zwei benachbarten Ketten zwei Erscheinungen, zwei Einsenkungen, zusammen, so ist man nicht ohne weiteres berechtigt, dieses Zusammentreffen als die Folge einer und derselben Ursache, im vorliegenden Falle fernliegender Lagerungsstörungen, zu bezeichnen. In den Klusen ist, abgesehen von den bereits erwähnten Gründen, bei Erwägung solcher Beziehungen um so mehr Vorsicht geboten, weil die Richtungen der zwei Klusen von einander so unabhängig sind, als es unter der Bedingung, dass sie die Ketten durchqueren, möglich ist, denn das Nordende der Önsinger Klus liegt fast 2 km westlicher als das Südende der Mümliswiler Klus, sie verläuft von SO. nach NW., die Mümliswiler Klus hingegen nahezu von S. nach N.

Mit diesen Worten will ich eine gegenseitige Beziehung der beiden Klusen nicht bestreiten, sondern nur sagen, schon der blosse Umstand, dass sie nicht sehr weit auseinanderliegen, berechtige nicht von vornherein, eine solche Beziehung anzunehmen. Jedenfalls ist diese Beziehung aber nicht derart, wie sie Steinmann dargestellt hat. Die Übereinstimmung besteht darin, dass die Scheitel der überschobenen tieferen

Digitized by Google

Complexe von W. her allmählich gegen die Klusen sinken und ostwärts von da verhältnissmässig rasch ansteigend mit dem hinübergeschobenen Complex sich wieder zu einem relativ ungestörten Gewölbe vereinigen, dass also die Klusen da liegen, wo die Scheitel des tieferen Complexes am tiefsten sind. In der Farisbergkette wird das Klusengebiet östlich und westlich durch bedeutende, die Kette schief durchsetzende Verwerfungen ziemlich scharf begrenzt; in der Weissensteinkette hingegen sinkt der Scheitel des überschobenen Complexes von Westen her allmählich gegen die Klus und spielen die Verwerfungen auf der Ostseite in der Orographie der Gegend eine geringfügige Rolle. Das Gebiet der Önsinger Klus zeigt daher keine, resp. nur eine durch die Erosion (die natürlich in der Nähe der Klusen bedeutender war, als in den davon entfernten Theilen der Kette) bewirkte Depression. Die Kette sinkt als Ganzes von W. nach O. und steigt wenigstens zunächst östlich der Klus nicht mehr oder nur unwesentlich local.

Es ist ganz naturgemäss, dass die Klusen da gebildet worden sind, wo die Scheitel der betreffenden Ketten am tiefsten lagen, weil hier die von den dahinterliegenden höheren Gebieten der Passwangkette zufliessenden Gewässer von Anfang an abfliessen und die Stellen B^2, B^3, B^4, sowie D^4, D^5, D^6 meiner Skizze erodiren konnten. Bei der weiteren Aufstauung wurden diese Stellen immer mehr vertieft und die Klusen entwickelt. Die Verbindung der Sohlen der beiden Klusen zu einem Thalweg ist in letzter Linie die Folge der Übereinstimmung des Fortschrittes der Erosion in beiden und hat also insofern nicht mehr zu bedeuten, als die gegenseitige Beziehung von einander ganz unabhängiger Klusen irgend eines anderen Gewässers, z. B. der Birs oder der Aare, von ihrem Ursprung bis zur Mündung.

Die Flexur, welche die eingesunkene Scholle der oberrheinischen Tiefebene im Osten begrenzt, geht, wie ich schon früher nachgewiesen habe, an ihrem Südende rasch nach W. umbiegend in die Blauen- und Flühenkette über. Damit ist dieses Senkungsgebiet gegen den Jura genau begrenzt. Einflüsse desselben auf die Gestaltung des Kettenjura anderer Art als diejenigen, die ich im Bericht über die Excursion der

Digitized by Google

Schweiz. geol. Ges. 1892 geschildert habe, sind bisher trotz der wiederholten gegentheiligen Darlegungen STEINMANN's durch Thatsachen nicht erwiesen worden. Im gleichen Bericht habe ich die Beziehungen des Kettenjura zum Senkungsgebiet des Dinkelberges und zum Schwarzwald geschildert und die Beziehungen der Verwerfungen im Basler Tafeljura zum Vorsprung des Schwarzwaldes bei Säckingen zum ersten Mal nachgewiesen und übersichtlich zusammengestellt. Inwiefern auch die Verwerfungen im Kettenjura und speciell diejenigen im Gebiet der Klusen zu den Verwerfungen im Basler Tafeljura und damit auch zu Verwerfungen zwischen dem Schwarzwald und dem Dinkelberg (die STEINMANN unter dem eigenthümlichen Namen „Rheinthalspalten" zu verstehen scheint) in Beziehung stehen, werde ich an der Hand der Thatsachen, die sich bei der genauen, nahezu abgeschlossenen Aufnahme der dazwischenliegenden Gebiete ergeben haben, im Texte zu den betreffenden geologischen Karten auseinandersetzen.

Zum Schlusse noch folgende Bemerkung: STEINMANN wirft den Theilnehmern an den Eingangs erwähnten, von mir geleiteten Excursionen vor, sie hätten sich von mir eine unrichtige Auffassung der tektonischen Verhältnisse der Klusen suggeriren lassen. Die Theilnehmer werden sich erinnern, dass mehrere von ihnen beim ersten Betreten der Klusen ähnliche Ansichten geäussert haben, wie sie nun STEINMANN in seiner Abhandlung vorgetragen hat und dass sie diese Ansichten erst aufgaben, nachdem ihnen der Thatbestand vollständiger bekannt gemacht worden war. Diese Herren werden ihre Zustimmung zu meiner Auffassung wohl nicht bereuen.

Ich unterlasse es, hier ähnliche Consequenzen zu ziehen, wie STEINMANN am Schlusse seiner Abhandlung; zu seiner Prophezeiung in Bezug auf das Schicksal der neuen Lehren über die Tektonik der Alpen können die Erfunde STEINMANN's in den Klusen der Jura keine Veranlassung geben.

Digitized by Google

Ueber „Nautilus bidorsatus“ und seine Verwandten.

Von

stud. phil. **Viktor Franz.**

Mit 5 Figuren.

Die Vergleichung der Ammonitenfaunen in den verschiedenen Zonen der alpinen und germanischen Trias hat bekanntlich zu dem Ergebniss geführt[1], dass eine zweimalige Einwanderung von Ammoniten aus dem alpinen Gebiet nach Deutschland stattgefunden hat: die erste geschah im untersten Muschelkalk (Wellenkalk), die zweite im oberen Muschelkalk (*Nodosus*-Schichten).

Um festzustellen, ob sich die Nautileen ebenso wie die Ammoniten verhalten, wurde die vorliegende Untersuchung angestellt. Abgesehen von einigen weniger verbreiteten Formen[2] handelt es sich vornehmlich um den viel citirten *Temnocheilus bidorsatum* und seine angebliche Verbreitung in der unteren und oberen Stufe des deutschen Muschelkalks.

Das reiche Material des Breslauer Instituts ermöglichte die Feststellung verschiedener bisher nicht beobachteter Thatsachen, die zunächst Klarheit über die systematische Stellung der in Rede stehenden Formen schaffen[3].

---

[1] Vergl. besonders E. Philippi, Die Ceratiten des oberen Muschelkalks.

[2] *Nautilus suevicus* Phil. und *Pleuronautilus* sp. in Philippi, Die Fauna des unteren *Trigonodus*-Dolomits im Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturkunde in Württemberg, 1898.

[3] Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Fritz Frech für die Überlassung des Materials, sowie für seine vielfache freundliche Anregung und Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit auch an dieser Stelle meiner grössten Dankbarkeit zu versichern.

Digitized by Google

Temnocheilus (Foordiceras) Goliathus Waagen.

Fig. 1 a und b.

1887. *Nautilus Goliathus* Waagen in Waagen, Salt Range Fossils. 1. 50. Taf. IV.

1902. *Foordiceras Goliathus* Waagen in E. v. Mojsisovics, Die Cephalopoden der Hallstätter Kalke. Supplement p. 232.

Als Vorläufer des *Temnocheilus bidorsatum* ist *T. Goliathus* aus der Dyas der Salt Range anzusehen.

Diese Art wurde bisher unzutreffend beurtheilt. Waagen beschrieb sie als erster; jedoch bestand sein Material ausser in einem kleinen Bruchstück nur in einem schief zerdrückten Exemplar; infolge dieser mangelhaften Erhaltung ist seine Beschreibung, sowie die reconstruirte Abbildung ungenau.

Auf Grund der Waagen'schen Abbildung machte Hyatt (teste Mojsisovics) den *T. Goliathus* zum Typus seiner Gattung *Foordiceras;* dieselbe soll sich nach Hyatt von den devon-carbonischen Formen mit dreieckigem Querschnitt (*Temnocheilus* Mc Coy s. str., z. B. *subtuberculatus*, *coronatus*) in der Sutur unterscheiden durch stärkere Einbiegungen der Loben und Andeutung eines Umbilicalsattels, in der Form des Querschnitts durch Andeutung eines Umbilicalrandes. Nach Mojsisovics ist jedoch *Foordiceras* von jenen Formen (*Temnocheilus* s. str.) bei gleichem trigonalen Querschnitt besonders durch tiefere Ausbuchtungen der Lobenlinie unterschieden. Thatsächlich jedoch ist, wie ein besser als Waagen's Originale erhaltenes Exemplar des *T. Goliathus* aus dem Breslauer Museum beweist, der Querschnitt rechteckig, indem ein Umbilicalrand nicht nur in jüngeren Altersstadien, wie Hyatt vermuthet, sondern sehr deutlich bei dem erwachsenen Thier ausgeprägt ist.

Die genaue Beschreibung des *T. Goliathus* muss demnach lauten:

Gehäuse gross und sehr schnellwüchsig, die Breitenausdehnung überwiegt bei weitem die Höhe des Umgangs. Gesammthöhe etwa 26 cm, Höhe der Mündung 10 cm, Breite 18 cm. Nabel mässig weit geöffnet, tief. Die Umgänge berühren sich und hinterlassen nur geringfügige Eindrücke auf einander. Querschnitt des äusseren Umgangs rechteckig. Rücken sehr schwach convex. Marginalkante deutlich ausgeprägt, Umbilicalkante etwas mehr gerundet. Die Steine

Digitized by Google

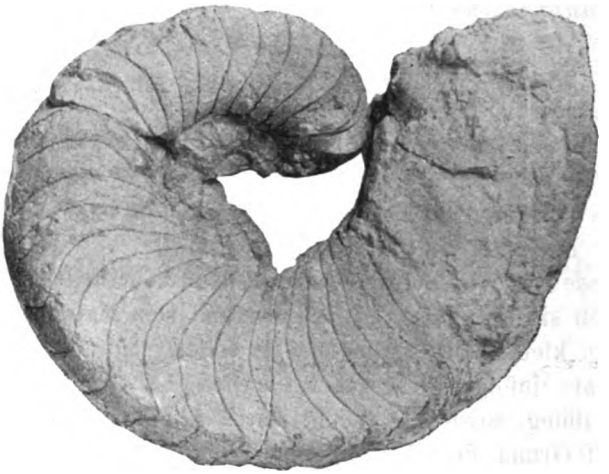


Fig. 1a. *Temnocheilus Goliathus* WAAGEN **aus der Neo-Dyas, Zone des** *Xenodiscus carbonarius* VIRGAL, **Salt Range.**

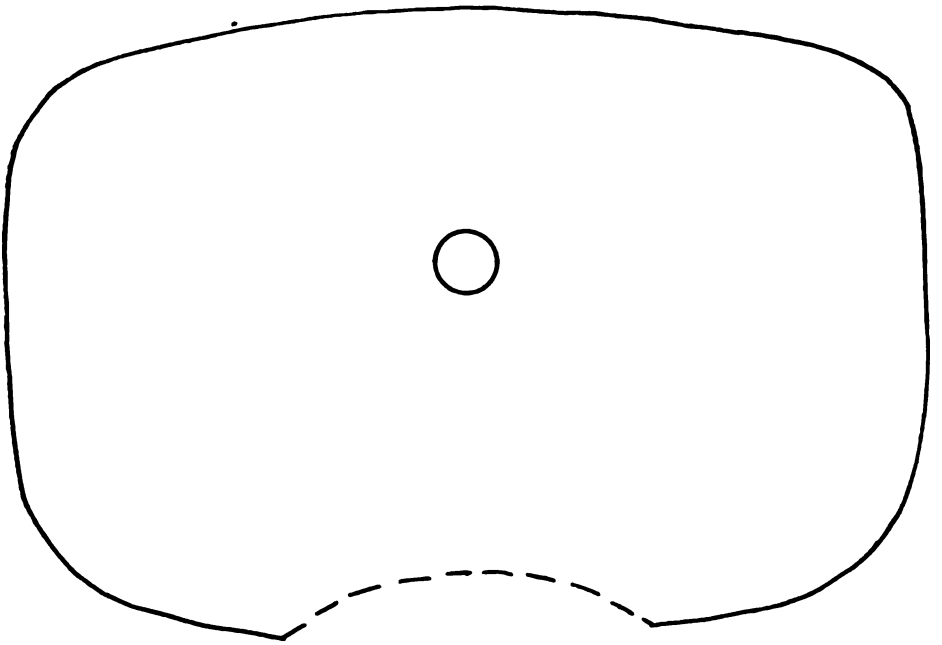


Fig. 1b. *Temnocheilus Goliathus* WAAGEN **aus der Neo-Dyas, Zone des** *Xenodiscus carbonarius* VIRGAL, **Salt Range, Querschnitt durch die Wohnkammer eines erwachsenen Exemplars.**

Digitized by Google

des äusseren Umgangs sind flach, einander parallel und fallen ziemlich steil zur Naht ab.

Sculptur. Marginalknoten, welche rippenförmige Ausläufer entsenden, sind auf den inneren Umgängen deutlich ausgeprägt, verschwinden jedoch auf dem äusseren, nur als Steinkern erhaltenen Umgange allmählich vollkommen.

Sipho. Subcentral, etwas über dem Centrum gelegen. Es liess sich nicht feststellen, ob der Sipho ebenso wie bei den beiden folgenden Arten perlschnurförmig ist, da nur seine Durchtrittsöffnung in einer Kammerwand sichtbar, von dem Sipho selbst jedoch nichts erhalten war.

Ein Internlobus konnte wegen der schlechten Erhaltung nicht beobachtet werden. Suturlinie wenig gebogen. Die Suturlinie zeigt je eine flache Einbiegung auf beiden Flanken so wie auf der Externseite.

Fundort des vorliegenden Exemplars: Mittlerer *Productus*-Kalk, Zone des *Xenodiscus carbonarius*, Jabbi, Salt Range.

Vermöge der berichtigten Diagnose steht *Temnocheilus Goliathus* den triadischen *Bidorsatus*-Formen sehr nahe. Auch diese zeigen Rückbildung der Sculptur, rechteckigen Querschnitt, subcentralen Sipho und sehr ähnliche Einbiegungen der Lobenlinien; *T. Goliathus* ist wahrscheinlich als ihr Vorläufer anzusehen. Jedenfalls gehört er mit diesen in dieselbe Untergattung *Foordiceras* Hyatt. Diese Untergattung schliesst demnach die Untergattung *Germanonautilus* E. v. Mojsisovics, deren Typus *Nautilus bidorsatus* ist, ein. Bedauerlicherweise muss hierbei der mit richtiger Diagnose aufgestellte spätere Name dem früheren, aber mit unrichtiger Diagnose aufgestellten Platz machen.

Temnocheilus (Foordiceras) dolomiticum Quenst. sp.

Fig. 2a—e.

1832. *Nautilus bidorsatus* Schloth. in Merkwürdige Versteinerungen aus der Petrefactensammlung des Freih. v. Schlotheim (II. Auflage der Nachträge zur Petrefactenkunde), Taf. XXXI Fig. 2c ceteris exceptis.

„ „ „ auct. aus dem unteren Muschelkalk.

1849. „ „ *dolomiticus* in Quenstedt, Cephalopoden. p. 54. Taf. II Fig. 13.

Digitized by Google

„*Nautilus bidorsatus*“, unter welchem Namen man bisher im Allgemeinen alle deutschen im Wesentlichen glattschaligen Muschelkalknautileen zusammenfasste, zerfällt thatsächlich in zwei wohl geschiedene, durch keine Übergänge verbundenen Arten. Diese Thatsache wurde schon von QUENSTEDT erkannt, welcher jedoch (l. c.) auf Grund seines ungünstig erhaltenen Materials in den verschiedenen Formen nur Varietäten (*bidorsatus dolomiticus* QUENST. und *bidorsatus nodosus* QUENST.) sah.

Fig. 2a. *Temnocheilos dolomiticum* QUENST. Das QUENSTEDT'sche Original *(a)* aus dem Wellendolomit von Rothfelden in Württemberg ist eingepasst in das oberschlesische Exemplar *(b)* aus dem unteren Muschelkalk von Michalkowitz. $^2/_3$ nat. Grösse.

Die ältere dieser Formen, QUENSTEDT's *N. bidorsatus dolomiticus* findet sich im unteren Muschelkalk, ist jedoch im mittleren offenbar ausgestorben, da in der Literatur keinerlei Angabe hierüber vorliegt.

Seine Beschreibung muss lauten:

Gesammthöhe etwa 20 cm, Höhe der Mündung 10 cm, Breite derselben 14 cm. Schale ziemlich gross und dick. Nabel mässig weit, Querschnitt der Umgänge bei jüngeren Exemplaren (Fig. 2b) etwa rechteckig, bei älteren (Fig. 2c) trapezförmig, indem die Seiten schräg abfallen. Rücken sehr

Digitized by Google

schwach convex, fast flach, bei alten Exemplaren sogar eingesenkt. Marginal- und Umbilicalkante ausgeprägt. Der Abfall zur Naht ist ziemlich steil.

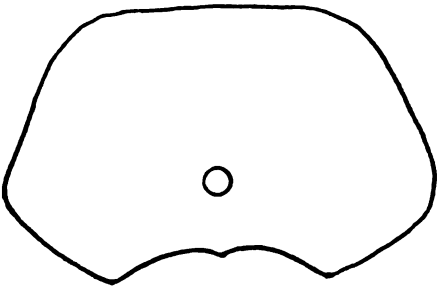


Fig. 2 b. *Temnocheilus dolomiticum* QUENST. aus den Chorzower Schichten von Michalkowitz, O.-S.-Querschnitt durch die vorletzte Kammer. cf. Fig. 2 a.

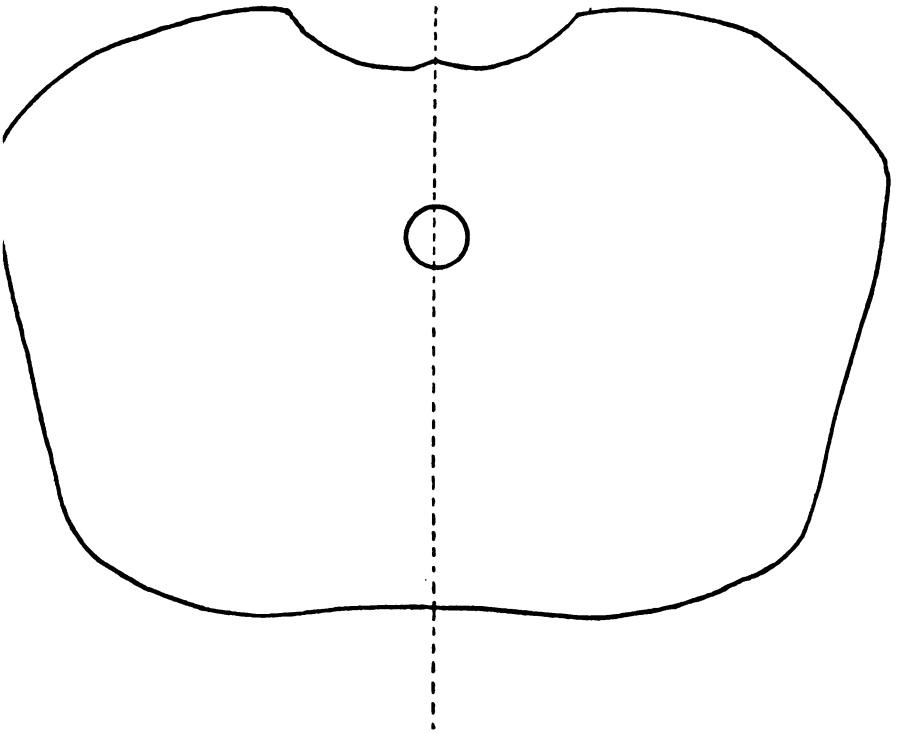


Fig. 2 c. *Temnocheilus dolomiticum* QUENST. aus dem unteren Muschelkalk: Chorzower Schichten bei Tarnowitz, O.-S. Querschnitt der Wohnkammer eines grossen Exemplars.

Digitized by Google

Von Sculptur ist nichts zu sehen[1], da nur Steinkerne vorhanden sind (Fig. 2d).

Sipho perlschnurförmig, subcentral, etwas nach innen zu gelegen.

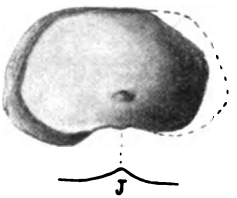


Fig. 2d. *Temnocheilus (Foordiceras) dolomiticum* QUENST. sp. Ausfüllung des Perlschnur-Siphos (Steinkernerhaltung). Schaumkalk. Rüdersdorf.

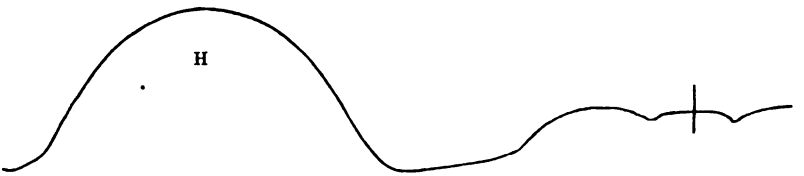


Fig. 2e. *Temnocheilus (Foordiceras) dolomiticum* QUENST. sp. Wellenkalk. Gross-Hartmannsdorf, Niederschlesien. 1/1. Ausfüllung einer Kammer. J Intern-(Annular-)Loben von 17b im Querschnitt. H Projection des Haftmuskeleindrucks. 1/2. Unterer Muschelkalk. Michalkowitz OS. 17a—d. Originale im Breslauer Museum.

Ein Internlobus ist schwach ausgeprägt, im übrigen ist die Suturlinie sehr ähnlich derjenigen des *Temnocheilus Goliathus*.

Die nur undeutlichen Anwachsstreifen sind auf dem Rücken tief ausgebuchtet. Der Eindruck des Haftmuskelcontours ist auf den Seiten und unten geradlinig, oben tief ausgebuchtet. Er dürfte den Anwachsstreifen genau entsprechen.

Vorkommen und Zahl der untersuchten Exemplare:

Je 1 Exemplar aus den Chórzower Schichten bei Tarnowitz, Michalkowitz und Scharley bei Beuthen OS., ferner Steinkerne einzelner Kammern aus den Gross-Hartmannsdorfer Schichten bei Gross-Hartmannsdorf in Niederschlesien, ein Stück des Sipho aus dem Rüdersdorfer Schaumkalk, endlich

[1] Allerdings zeigen sich flache Knoten an der Abbildung eines Steinkernexemplars aus den Schichten mit *Myophoria orbicularis* in Eck, Rüdersdorf und Umgegend (Fig. 4); das Original war trotz vielfacher Bemühungen in den Berliner Sammlungen nicht aufzufinden.

Digitized by Google

Quenstedt's Original aus dem Wellendolomit von Rothfelden in Württemberg[1].

Die Zusammengehörigkeit des letztgenannten Exemplars mit den schlesischen Stücken wird zum Überfluss noch dadurch bewiesen, dass es genau in den äusseren Umgang eines schlesischen Stückes hineinpasst und sogar, wenn man es ein wenig andrückt, beim Umkehren des Ganzen nicht herausfällt.

Unter den schlesischen Vorkommnissen ist noch eine in zwei Exemplaren vorliegende eigenthümliche Erhaltungsart bemerkenswerth (Fig. 2a). An diesen Stücken ist der Steinkern des inneren Theiles der Wohnkammer erhalten; die Begrenzung dieses Theiles der Wohnkammer nach aussen bildet die den Haftmuskeleindruck begrenzende Linie. Die Entstehung dieser Curiosa dürfte folgendermaassen zu erklären sein: Das Thier starb ab und durch die zerbrochene Schale drang Kalkschlamm von hinten her in die Wohnkammer ein, durchdrang auch die zuletzt gebildete Kammerwand und stiess also von hinten an die abgestorbenen Weichtheile. Diese wurden dadurch aus dem hinteren Theil der Wohnkammer herausgepresst, wobei der Sipho zerriss. Das Thier haftete jedoch augenscheinlich noch längs der äusseren Begrenzung des Haftbandes im Innern der Schale fest. Dadurch wurde hier ein Abschluss des hinteren Wohnkammertheiles hergestellt. Bis hierher drang Gesteinsmasse, die den entstandenen Hohlraum ausfüllte.

Bei einem (Fig. 2a) dieser beiden Stücke ist noch deutlich der Abdruck der wohl schon in Verwesung übergehenden Aussenseite des Thieres als eigenthümlich rauhe Fläche zu sehen; in einer trichterähnlichen Höhlung, dem Abdrucke des in den Sipho ausgehenden Körperendes, liegt schief hineingelagert ein Körper, der wohl als der Ausguss von dem Anfangsstück des perlschnurförmigen Sipho anzusehen ist. Es

[1] Herr Professor Dr. Koken hatte die Freundlichkeit, mir dieses Exemplar zum Vergleiche zu übersenden, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche. Der Vergleich des Quenstedt'schen Originals mit der Abbildung zeigt, dass nur der Umriss genau gezeichnet ist, jedoch sind die Flanken des inneren Umgangs, die in Wirklichkeit flach sind, in der Abbildung gewölbt, ähnlich wie bei *Temnocheilus Neumayri* aus der alpinen Trias.

Digitized by Google

ist bemerkenswerth, dass dieser, durch den Haftmuskeleindruck nach vorne abgegrenzte Theil der Wohnkammer bei dem jüngeren und hohen Exemplare ganz erheblich kürzer ist als bei einem älteren, wahrscheinlich hohen. Der Eingeweidesack des Weichthiers scheint sich also bei zunehmendem Alter verhältnissmässig stark rückwärts zu verlängern.

Von alpinen Arten steht dem *Temnocheilus dolomiticum* jedenfalls *Nautilus Neumayri*[1] sehr nahe. Der ganze Unterschied scheint in dem Fehlen der externen Einbiegung der Lobenlinie, sowie darin zu beruhen, dass die Flanken bei *Temnocheilus dolomiticum* glatt, bei *Nautilus Neumayri* gewölbt sind. Aus einer Vergleichung beider würde sich vielleicht der Rückschluss ergeben, dass *N. Neumayri* nur als Localvarietät des früher benannten *Temnocheilus dolomiticum* anzusehen ist. Ziemlich sicher aber ist, dass *T. dolomiticum* gleichzeitig mit einer artenreichen Fauna (z. B. *Dadocrinus*, viele Brachiopoden, *Balatonites Jovis* u. a.[2]) aus dem alpinen Triasocean in das deutsche Binnenmeer eingewandert ist.

Temnocheilus (Foordiceras) bidorsatum Schloth. sp. s. str.

Fig. 3 a—b.

Nautilus bidorsatus auctt. aus dem oberen Muschelkalk.
1832. *Nautilus bidorsatus* Schloth., l. c. Taf. XXXI Fig. 2 a u. b cet. excl.

Gehäuse gross, Umgänge weniger breit als bei gleich grossen Stücken der vorigen Art. Gesammthöhe etwa 21 cm, Höhe und Breite der Mündung 10 cm. Nabel enger als bei der vorigen Art. Die Umgänge umfassen einander nur wenig. Ihr Querschnitt (Fig. 3 a—b) ist annähernd quadratisch, nur wenig breiter als hoch. Der Rücken ist bei jüngeren Exemplaren gerade, bei älteren etwas vertieft. Die Marginalkante ist deutlich ausgeprägt. Die Umbilicalkante tritt bei jüngeren Exemplaren weniger deutlich hervor; auf Steinkernen jüngerer Exemplare erscheint sie als ein etwa ziemlich breiter, auf beiden Seiten durch eine winkelige Kante begrenzter Streifen. Bei einem ausgewachsenen (Steinkern-)Exemplar aber tritt sie

[1] E. v. Mojsisovics, Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. 10. 1882. p. 267. Taf. 88 Fig. 1—2.

[2] cf. Lethaea geognostica. Trias. p. 25 ff.

Digitized by Google

doch schärfer als die Marginalkante hervor. Die Seiten sind flach, einander parallel, und fallen vom Umbilicalende an rechtwinkelig zur Naht ab.

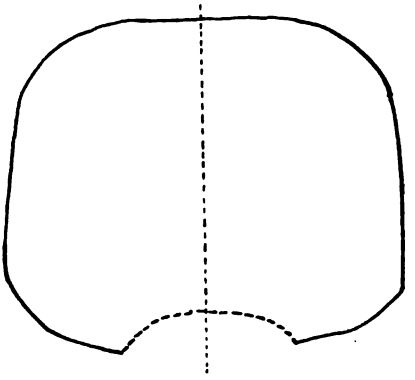


Fig. 3 a. *Temnocheilus bidorsatum* SCHLOTH. aus dem oberen Muschelkalk von Elm. Querschnitt durch den Umgang eines jüngeren Exemplars.

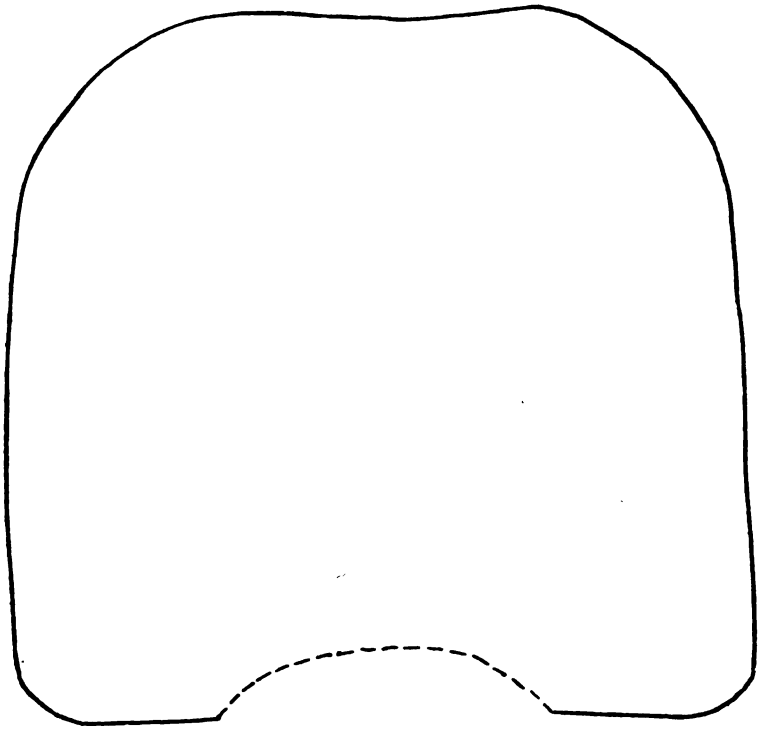


Fig. 3 b. *Temnocheilus bidorsatum* SCHLOTH. aus dem oberen Muschelkalk von Erkerode. Querschnitt durch die Wohnkammer eines grossen Exemplars.

Digitized by Google

Die Sculptur besteht in flachen, meist kaum erkennbaren Marginalknoten.

Sipho perlschnurförmig, subcentral, nur sehr wenig unter der Mitte gelegen.

Ob ein Internlobus vorhanden ist, liess sich nicht feststellen. Die Suturlinie gleicht im übrigen fast vollkommen derjenigen der beiden vorigen Arten.

Die Anwachsstreifen bilden auf dem Rücken eine tiefe Ausbuchtung.

Vorkommen und Zahl der untersuchten Exemplare: 1 Bruchstück aus den Rybnaer Schichten von Stubendorf, Oberschlesien, 4 Exemplare von Erkerode, 1 von Elm.

Da *Temnocheilus dolomiticum* im mittleren Muschelkalk schon ausgestorben ist, so kann *T. bidorsatum* SCHLOTH. s. str. sich nicht in Deutschland aus jener Art entwickelt haben[1]. *T. bidorsatum* s. str. ist vielmehr eine neu zugewanderte Art.

Nicht unerwähnt soll bleiben, dass *T. bidorsatum* s. str. wahrscheinlich seine nächsten Verwandten aus der alpinen Trias in *Nautilus Morloti*[2], *N. privatus*[3] und *N. salinarius*[4] aus dem rothen Kalkstein der Schreyer Alpe hat. Auch der im deutschen Keuper gefundene *Trematodiscus jugatonodosus* ZIMMERMANN[5] ist zweifellos mit *Temnocheilus bidorsatum* ver-

[1] Dies dürfte sich übrigens noch in anderer Weise plausibel machen lassen. Es scheint, was namentlich zoologisch interessant ist, als liesse sich als Entwickelungsrichtung bei allen Temnocheilchen das stete Herabsinken des Sipho im Laufe der geologischen Entwickelung constatiren. Ausserdem zeigte der *Foordiceras*-Zweig noch eine zweite Entwickelungstendenz, nämlich Rückbildung der Sculptur (im Gegensatz zu der immer differenzirter werdenden Sculptur der übrigen Temnocheilen). Diese beiden Entwickelungsrichtungen sind auch von *Temnocheilus dolomiticum* wohl eingehalten, von *T. bidorsatum* s. str. jedoch nicht mehr; es dürfte sich also bei letzterer Art entweder um einen Rückschlag oder, was noch viel wahrscheinlicher ist, um eine zugewanderte Art handeln. Indessen soll dies nur ganz beiläufig erwähnt werden, ich müsste sonst das Gesagte an der Hand vielen Materials belegen, was ausserhalb der Absicht dieser Arbeit liegt.

[2] MOJSISOVICS, Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz. Abh. d. k. k. geol. Reichsanst. **10**. 268. Taf. 88 Fig. 3.

[3] Ebenda. 284. Taf. 90 Fig. 3.

[4] Ebenda. 282. Taf. 91 Fig. 3.

[5] Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. f. 1889.

Digitized by Google

wandt. Eine directe Beziehung zu vermuthen, erlauben jedoch die Sculpturverhältnisse nicht, worauf schon ZIMMERMANN hinwies.

Ergebnisse.

1. *Temnocheilus Goliathus* aus der Neo-Dyas der Salt Range und die *Bidorsatus*-Formen gehören zu derselben Untergattung *Foordiceras* HYATT.
2. „*Temnocheilus bidorsatus*“ auctt. zerfällt in zwei verschiedene Arten, *T. dolomiticum* QUENST. im unteren Muschelkalk und *T. bidorsatum* SCHLOTH. sp. s. str. im oberen Muschelkalk.
3. Beide Arten sind selbständig aus dem alpinen Triasocean in das deutsche Binnenmeer eingewandert.

Geol.-palaeontol. Institut der Universität Breslau.

Digitized by Google

Beiträge zur experimentellen Petrographie.

Von

Karl Petrasch in Graz.

Mit Taf. XLIII und 3 Figuren im Texte.

Die im Folgenden beschriebenen Versuche reihen sich an die im mineralogischen Institute der hiesigen Universität ausgeführten bezüglichen Arbeiten des Herrn Prof. Dr. C. Doelter, sowie der Herren Dr. Schmutz, Dr. Bauer und Medanich an. Der Zweck meiner Arbeiten war, über die Ausscheidungsmöglichkeiten bei verschiedenen Temperaturen und über die Reihenfolge der Mineralausscheidungen Aufschluss zu erhalten, sowie Vergleiche zwischen dem Verhalten von Gesteinspulvern und den entsprechenden chemischen Mischungen anzustellen.

Die angewandten Methoden sind wesentlich dieselben, wie sie von meinen Vorgängern geübt wurden.

Von der sehr reichlichen Literatur über synthetische Versuche führe ich nur die neuesten Erscheinungen an (Ein ausführliches Verzeichniss bis auf die neueste Literatur findet man bei „K. Bauer, Beiträge zur experimentellen Petrographie"):

C. Doelter, Die Schmelzbarkeit der Mineralien und ihre Löslichkeit in Magmen. (Tscherm. Min. u. petr. Mitth., herausg. v. Becke. 1901. p. 307 ff.)

— Über gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien. (Sep.-Abdr. aus dem Centralbl. f. Min. etc. 1902. No. 7.)

— Über zwei neue elektrische Öfen und über Schmelzpunktsbestimmungen. (Sep.-Abdr. aus dem Centralbl. f. Min. etc. 1902. No. 14.)

— Über einige petrogenetische Fragen. (Sep.-Abdr. aus dem Centralbl. f. Min. etc. 1902. No. 18).

Digitized by Google

W. Meyerhoffer, Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien. (Zeitschr. f. Kryst. u. Min., herausg. v. P. Groth. 1902. 36. 593—597.)
L. Milch, Über eine Schmelze von Quarzkörnern und Kalk (Sep.-Abdr. aus dem Centralbl. f. Min. etc. 1902. p. 713—717.)
H. Traube, Über künstliche Darstellung von Mineralien durch Sublimation. (Sep.-Abdr. aus dem Centralbl. f. Min. etc. 1901. No. 22.)
Loewinson-Lessing, Zur Frage über die Krystallisationsfolge im Magma. (Centralbl. f. Min. etc. 1900. p. 288 ff.)

I. Versuch.

6 g einer Vesuvlava vom Jahre 1858 wurden fein gepulvert und mit 4 g folgender Mischung: 1 Theil $Na_2B_4O_7$, 4 Theile NaF und 2 Theile $KHSO_4$ innig gemengt. Dies Gemenge wurde bei einer Temperatur von 960° C. geschmolzen, dann langsam bis zur Viscosität abgekühlt und endlich allmählich erstarren gelassen.

Die zum Versuche verwendete Lava setzt sich im Wesentlichen aus gelber Glasbasis, Augit, Feldspath, Leucit und wenig Nephelin zusammen. Die Analyse des Gesteins[1] ergiebt:

SiO_2	48,12
Al_2O_3	19,97
Fe_2O_3	7,01
FeO	4,99
MgO	4,11
CaO	10,15
Na_2O	2,19
K_2O	4,49

Das Verhältniss von Borax, Kaliumbisulfat und Fluornatrium wurde gewählt, um die Entstehung von Fluorbor zu begünstigen.

In dem Schmelzproducte sind deutlich drei verschiedene Partien zu unterscheiden: 1. eine hellbraungelbe, glasige mit Schlieren von dunklerer Färbung. In ihr liegen kleine, prismatische oder nadelförmige Feldspäthe von starker Doppelbrechung, die sich an der Bildung der Grundmasse betheiligen. Ausserdem noch Krystalliten und wenig Magnetit, 2. eine leucitreiche, feldspatharme, und 3. eine an Feldspäthen reiche mit weniger Leucit. Hier sind die Feldspäthe meist in Skeletten ausgeschieden, die sich aus relativ grossen Krystallen zu-

[1] Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1879.

Digitized by Google

sammensetzen. Längs der Krystallreihen des Feldspathes tritt Magnetit in grosser Menge auf.

Die kleinen nadelförmigen Feldspäthe sind Plagioklase; ihre Auslöschungsschiefe von 28° auf M. weist auf Labrador; ausserdem tritt wenig Oligoklas auf; die grossen, skeletartig angeordneten Feldspäthe sind Orthoklase, fast wasserhell, selten mit Glaseinschlüssen versehen; in ihrer Nähe ist die Hauptmenge des Magnetits in dichten Massen ausgeschieden; zumeist sind es Krystallaggregate und einzelne Täfelchen, selten Einschlüsse der grossen Feldspäthe und der Leucite. In den glasigen Partien der Schmelze hat sich Magnetit in der nächsten Nähe der Krystalliten, diese umrändernd, gebildet.

Leucit findet sich in wohlausgebildeten Krystallen in der oberen Partie der Schmelze, sowie an den seitlichen Rändern; das Innere des Schmelzproductes ist fast frei davon. Der Leucit ist zumeist scharf umgrenzt, seltener durch Corrosion oder Anlagerungen in den Umrissen undeutlich. Einschlüsse sind sehr häufig, sowohl Glas, als auch Magnetit, in zonarer Anordnung.

Ausserdem findet sich noch Nephelin in hexagonalen Durchschnitten, in den leucitreichen Partien etwas häufiger als sonst. Augit in lichtgelben kleinen Körnern und Eisenglanz sind spärlich in der Schmelze zerstreut. Das erste Ausscheidungsproduct scheinen die dendritischen Krystalliten, mit denen sich fast gleichzeitig Magnetit abschied.

Leucit ist jedenfalls gleich nach diesen oder gleichzeitig entstanden. Ihnen reihen sich die Feldspäthe an; über das Altersverhältniss von Orthoklas und Plagioklas lässt sich keine bestimmte Aussage machen. Augit und Nephelin sind die letzten Producte. Die Ausscheidung des Magnetits scheint sich über eine ziemlich lange Zeit erstreckt zu haben, da er als Einschluss sowie als Anlagerung der Leucite und Feldspäthe vorkommt. Merkwürdig erscheint, dass trotz der hierzu disponirenden Schmelzmittel kein Glimmer gebildet wurde, was auf die hohe Temperatur zurückzuführen ist[1].

[1] Nach Doelter, Synthetische Studien (dies. Jahrb. 1897) bildet sich bei höherer Temperatur statt des Glimmers Leucit. Siehe auch Bäckström, Über leucitführende Gesteine der liparischen Inseln. Stockholm 1895.

Digitized by Google

Die ungleiche Ausbildung des Magmas lässt, da die Leucite am Rande, der am raschesten sich abkühlte, hauptsächlich entstanden, den Schluss zu, dass zu ihrer Bildung hauptsächlich nur die höhere Temperatur beitrug und dass die relativ raschere Abkühlung ihrer Bildung nicht hinderlich war.

Das erhaltene Product könnte seiner Zusammensetzung nach einem Leucittephrit verglichen werden.

II. Versuch (s. Taf. XLIII Fig. 1).

Bei diesem Versuche wurde die chemische Mischung der Vesuvlava vom Jahre 1858 in gleichem Mengenverhältniss und mit denselben Schmelzmitteln wie beim I. Versuche angewendet.

Die Masse schmolz bereits bei 800—850°; es wurde deshalb das Gebläse durch den Teclu-Brenner ersetzt.

Das erhaltene Product ist grösstentheils glasig, von gelblichgrauer Färbung und sehr porös. An Mineralien sind entstanden: Feldspath in Leisten und rechteckigen Durchschnitten, meist Orthoklas, fast farblos, oft mit Einschlüssen von Glas und Magnetit; bisweilen tritt er auch skeletartig auf; in sehr geringer Menge ist trikliner Feldspath gebildet worden.

Nephelin findet sich in farblosen, oft mit Einschlüssen versehenen Durchschnitten und unregelmässigen Körnern; gleich dem Feldspathe ist er am Rande der Schmelze häufiger wie im Innern. Doch ist das Schmelzproduct bedeutend gleichmässiger als beim I. Versuche.

Sehr spärlich tritt Augit auf, in schwach polarisirenden Körnern. Hingegen ist Magnetit in grosser Menge ausgeschieden, in dichten Anhäufungen und vereinzelten Krystallen, sowie als Einschluss.

Leucit ist nur in Skeletten, nie in ausgebildeten Krystallen gebildet worden; zonar angeordnete Magnetite und Körnelungszonen weisen auf seine beginnende Entstehung hin.

Die Temperatur war hier der Bildung von Leucit jedenfalls nicht günstig.

Aus einem Vergleiche der Resultate des I. und II. Versuches geht hervor, dass zwar dieselben Mineralien bei beiden sich bildeten, jedoch in ungleich grösserer Menge beim I. Versuche.

Digitized by Google

Die Schmelztemperatur war beim II. Magma niedriger wie beim I., was auf die Anwendung von Chloriden statt der der Analyse entsprechenden Oxyde zurückzuführen ist.

III. Versuch (s. Taf. XLIII Fig. 2 u. 3).

Hierzu wurde ein Gemenge von Vesuvlava vom Jahre 1858 mit Phonolith von Praya verwendet (zu gleichen Theilen). Der Phonolith von Praya besteht nach Doelter[1] aus einer grauen felsitischen Grundmasse, die von sehr kleinen, etwas zersetzten Nephelinindividuen gebildet wird. Augit ist nur spärlich vorhanden, noch seltener ist Magnetit, ferner treten grosse Orthoklase, sowie Augite und Biotit auf.

Die chemische Zusammensetzung des Phonoliths von Praya ist:

SiO_2	53,80
Al_2O_3	23,59
Fe_2O_3	3,57
FeO	1,88
MnO	Spuren
MgO	0,87
CaO	2,26
Na_2O	9,05
K_2O	4,77
H_2O	1,50

Das Mittel aus den Bestandtheilen der Vesuvlava und des Phonoliths beträgt:

SiO_2	50,96
Al_2O_3	21,78
Fe_2O_3	5,29
FeO	3,44
MnO	Spuren
MgO	2,49
CaO	6,21
Na_2O	5,62
K_2O	4,63
H_2O	0,75

Das strengflüssige Gemenge wurde bei über 950° C. geschmolzen.

Das Schmelzproduct zeigt zwei scharf charakterisirte, aber durch Übergänge verbundene Partien: 1. eine glasige,

[1] C. Doelter, Vulcane der Capverden. Graz 1882.

Digitized by Google

viel Leucit, wenig Feldspath enthaltende, und 2. eine mikrokrystallinische, weniger Leucit, massenhaft Feldspath enthaltende Partie. Ausserdem finden sich Übergänge zwischen beiden.

Die Grundmasse ist fast durchgängig ein hellgelbes Glas, stellenweise durch grösseren Eisenreichthum röthlich gefärbt.

In der ersten oben genannten Partie treten in der fast rein glasigen Grundmasse äusserst zahleiche, wasserhelle, selten, und da nur mit wenig Einschlüssen versehene, krystallographisch scharf begrenzte Leucite von verschiedener Grösse, meist ziemlich gross, auf. Körnelungszonen zeigen sich bei diesen Leuciten nicht. Die Einschlüsse sind ausschliesslich Glas; Verzerrungen der Krystallform sind nicht eben selten, derart, dass die Krystalle in der Richtung einer Axe verlängert erscheinen. Manchmal sind kleine Leucite im Innern von Resten grösserer ausgebildet, so dass man an eine directe Umwandlung der Substanz letzterer in erstere denken kann.

Fig. 1.

Fig. 2.

In grösseren hexagonalen Durchschnitten tritt vereinzelt Nephelin zwischen den Leuciten auf. Es finden sich ferner kurze Prismen und unregelmässige Körner von grünem Augit.

Die glasige leucitreiche Partie geht nun in eine solche über, welche neben wohlausgebildeten Leuciten Feldspäthe, meist in Gruppen angeordnete Prismen, Nadeln und unregelmässige Körner, lebhaft polarisirend, enthält; ausserdem tritt Augit in grösserer Menge stellenweise auf. Die Feldspäthe, ausschliesslich triklin, sind Albit und Labrador. Zerstreut kommt auch hier Nephelin vor.

Die zweite charakteristische Partie zeigt keine rein glasige Grundmasse mehr; äusserst kleine dicht gedrängte, grössere weniger zahlreiche Feldspathnadeln (Labrador) betheiligen sich nebst dem gelblichen Glase an der Bildung der Grundmasse; die grösseren Nadeln sind an den Rändern durch magmatische Corrosion oft abgerundet. Auch unregelmässige Stücke von Feldspath liegen zerstreut in der Grundmasse; Leucit tritt in zahlreichen Skeletten, die oft sehr

Digitized by Google

regelmässig sind, auf. Krystallographisch begrenzte Individuen fehlen fast ganz. Die Einschlüsse sind bei den Skeletten gut bemerkbar; die Ränder sind häufig corrodirt und mit dunklen Zonen umgeben.

Die Skelette scheinen, zum Theile wenigstens, Überreste ursprünglich vorhandener Leucite zu sein.

Die glasigen Partien der Schmelze sind die stärker erhitzt gewesenen und rascher abgekühlten; sie enthalten fast ausschliesslich die völlig ausgebildeten Leucite, während die langsamer abgekühlte, mikrokrystallinische Partie, die höchstens dieselbe, wahrscheinlich aber eine niederere Temperatur wie erstere hatte, zumeist Leucitskelette, fast keine gut ausgebildeten Leucite enthält.

Die Ausscheidungsfolge der Mineralien ist folgende: Leucit ist das erste Mineral der glasigen Partie; eine höchst vollkommene Krystallgestalt und der Mangel an Einschlüssen (mit Ausnahme von Glas) erlauben diesen Schluss. Nephelin dürfte später entstanden sein, da er sich ziemlich selten und nicht vollkommen ausgebildet hat. Feldspath schied sich als letztes Product ab; dies kann daraus geschlossen werden, dass er in dem zuletzt abgekühlten Theile der Schmelze viel häufiger ist wie in dem glasigen. Wann Augit sich gebildet hat, ist nicht sicher zu entscheiden.

Der Mangel an Magnetit erscheint höchst auffällig; die Färbung des Glases erlaubt aber die Annahme, dass die grössere Menge des Eisens in dasselbe aufgegangen ist.

Das Ergebnis des III. Versuchs steht den Leucittephriten ziemlich nahe.

IV. Versuch (s. Taf. XLIII Fig. 4).

4 g des sogen. Syenits von Weinheim (der jetzt mehr als Diorit betrachtet wird [1]) wurden mit 6 g einer Mischung von: 1 Theile CaF_2, 1 Theile LiCl, 1 Theile NaCl, 1 Theile $Na_2B_4O_7$ zehn Stunden hindurch auf dem Teclu-Brenner erhitzt. Temperatur 850—900° C. Die Masse schmolz sehr leicht.

Das Schmelzproduct enthält nur wenig hellgefärbte glasige Grundmasse.

---

[1] Rosenbusch, Mikrosk. Phys. d. G. II. p. 237.

Digitized by Google

Das hauptsächlichste Schmelzproduct ist Augit, in Menge ausgeschieden, in grünlichgelben Körnern, Leisten und Nadeln. Derselbe stellt zweifelsohne das Umwandlungsproduct der Hornblende dar. Es findet sich nämlich Hornblende von brauner Färbung, oft zerfasert und unregelmässig begrenzt, die an den Rändern in blassgelben Augit umgewandelt ist. Diese Hornblende dürfte vielleicht als Rest der im ursprünglichen Gestein vorhandenen grünen Hornblende zu betrachten sein, die infolge der niederen Schmelztemperatur nicht völlig zersetzt wurde, resp. im Magma aufging. Die braune Färbung kann als Beweis der Neubildung nicht dienen, da grüne Hornblende schon bei kurzem Erhitzen in braune sich umwandelt[1]. Auch ist der Augit der Schmelze oft stark zerfasert und enthält Magnetit gleich der Hornblende des Gesteins.

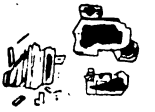


Fig. 8.

Es treten aber auch scharf umgrenzte, kleine Hornblendekrystalle auf, deren Neubildung mindestens sehr wahrscheinlich ist.

In geringer Menge hat sich Albit gebildet, manchmal Zwillingsstreifung zeigend, sowie Labrador. Orthoklas ist nicht sicher nachweisbar.

Gut ausgebildete Nephelinkrystalle kommen zerstreut in der Schmelze vor.

Dort, wo Augit häufiger auftritt, haben sich Magnetit und Eisenglanz ausgeschieden, ersterer in Täfelchen und Körnern, sowie Aggregaten solcher, letzterer in schmalen, langen Tafeln. Auch hat sich Biotit in braungelben Leisten, sehr spärlich, gebildet.

Die Ausscheidungsreihenfolge ist wahrscheinlich die, dass Augit nebst Magnetit, Umwandlungsproducte der Hornblende, sich zuerst gebildet haben; die gute krystallographische Begrenzung der meisten Individuen gestattet diesen Schluss; auch ist der Augit an den Rändern magmatisch corrodirt, auch ein Grund, seine frühe Ausscheidung anzunehmen. Feldspath ist jedenfalls nach Augit gebildet worden, da er nie automorph, stets aber scharf begrenzt ist.

[1] C. Schneider, Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden. Zeitschr. f. Krystallogr. etc. 18. Heft 6.

Digitized by Google

Nephelin ist vor dem Feldspath entstanden, ob gleichzeitig oder nach dem Augit, ist nicht sicher zu eruiren. Sein Auftreten ist jedenfalls auf die Wirkung der Schmelzmittel zurückzuführen, da ohne solche seine Bildung aus dem betreffenden Magma nicht erfolgt.

V. Versuch.

Dieser Versuch stellt eine Umschmelzung des Productes des vorigen Versuches dar, die auf gewöhnlichem Bunsen-Brenner stattfand.

Die Grundmasse ist hell gefärbt, glasig. Augit ist in sehr zahlreichen kurzen Nadeln und Körnern, oft durch das Magma corrodirt, von grüngelber Farbe, ausgeschieden.

Unregelmässige Körner mit Zwillingsstreifung und Nadeln von Feldspath (Labrador) haben sich ferner gebildet; die Nadeln am zahlreichsten am Rande der Schmelze. In kleinen Krystallen und Körnern entstand Magnetit, ziemlich häufig, dem Augite zumeist benachbart, Eisenglanz in schmalen Blättchen, aber minder häufig wie beim vorigen Versuche.

Hornblende tritt nur sehr spärlich auf, an den Rändern in Augit verwandelt. Biotit scheint ebenfalls gebildet worden zu sein.

Das Product unterscheidet sich von dem vorigen dadurch, dass Feldspath in grösserer Menge neu gebildet wurde, sowie durch die Ungleichheit der Masse.

VI. Versuch (s. Taf. XLIII Fig. 5).

5 g des Phonoliths von Praya wurden mit 2 g des Granits von Reifnig und 1 g der Mischung: 1,5 CaF_2, 0,8 NH_4Cl über dem Teclu-Brenner bei 850—900° C. geschmolzen. Dauer des Versuches: 10 Stunden.

Der Granit von Reifnig setzt sich nach Pontoni[1] zusammen aus: Biotit, Ortho- und Oligoklas, relativ wenig Quarz mit Einschlüssen von Apatit.

Die Analyse des Gesteines ergab nach demselben Autor:

---

[1] Pontoni, Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung einiger Granite und Porphyrite des Bachergebirges. Sep.-Abdr. aus Tschermak's Min. u. petr. Mitth. 14.

Digitized by Google

SiO_2	69,26
Al_2O_3	14,13
Fe_2O_3	4,38
CaO	4,31
MgO	3,31
Na_2O	1,54
K_2O	1,96
H_2O	0,99

Das Mittel aus den Bestandtheilen der oben angegebenen Menge von Phonolith und Granit beträgt:

SiO_2	58,22
Al_2O_3	20,89
Fe_2O_3	3,80
FeO	1,34
MnO	Spuren
MgO	1,58
CaO	2,84
Na_2O	6,90
K_2O	3,97
H_2O	1,35

Die Schmelze ist im oberen Theile weniger, im unteren stark glasig und porös.

Die obere Partie enthält Feldspathnadeln und Tafeln, erstere oft strahlig angeordnet; die Ränder sind meist corrodirt; es ist ausschliesslich Oligoklas. Ferner treten Krystalliten von traubiger bis dendritischer Gestalt auf. Nephelin in gut ausgebildeten Krystallen und Augit in Körnern sind spärlich in der Glasmasse zerstreut.

Die untere, helle glasige Partie zeigt neben sehr wenig Feldspath nur Krystalliten von verschiedenen Formen und gelblicher Farbe, zumeist dendritisch.

Magnetit ist trotz des Eisengehaltes der Mischung nicht entstanden. Das Eisen ist wohl zum grössten Theile in die Grundmasse und in die Krystalliten gewandert.

Das ungünstige Resultat dieses Versuches dürfte seinen Grund in der raschen Abkühlung haben.

VII. Versuch (hiezu Taf. XLIII Fig. 6).

Es wurde die chemische Mischung des Granits von Reifnig (1 Theil) und des Phonoliths von Praya (1 Theil) mit je einem Theile CaF_2 und MgF_2 auf dem Teclu-Brenner bis zur

Digitized by Google

Sinterung erhitzt. Dann wurde sie in den Fourquignon-Ofen übertragen, 2½ Stunden bei über 950° im Schmelzflusse belassen, erstarren gelassen, von Neuem geschmolzen, 4 Stunden in der Viscositätstemperatur erhalten (ca. 900° C.) und bei etwas über 800° C. langsam erstarren gelassen.

Im Gegensatze zum vorigen Versuche lieferte der vorliegende ein günstiges Resultat.

Die Grundmasse besteht zum Theile nur aus Glas; es sind ausserdem Feldspathnadeln und Körner, die sich in grosser Menge ausgeschieden haben, an deren Bildung betheiligt.

Am oberen Rande der Schmelze hat sich in Leisten und Tafeln fast ausschliesslich Feldspath gebildet (Oligoklas) nebst wenig Glasbasis. Die grösseren Krystalle sind oft mit Einschlüssen von Glas versehen; ihre Ränder sind abgerundet, was auf die erneute Umschmelzung, bei der eine relativ hohe Temperatur herrschte, zurückzuführen ist.

In kleinen Körnern schied sich ferner Augit aus; ausserdem treten Leistchen auf, deren Bestimmung nicht sicher möglich ist, die aber Glimmer sein könnten.

Auch Magnetit ist in ziemlich grosser Menge entstanden.

VIII. Versuch.

Hierzu wurden 4 Theile Limburgit vom Kaiserstuhl und 2 Theile Granit von Reifnig verwendet.

Der genannte Limburgit setzt sich nach Zirkel[1] zusammen aus schwarzem und wenig grünem Augit, einem eisenreichen Olivin und Magnetit; Nephelin und Leucit fehlen gänzlich. Die Grundmasse ist ein dunkles Glas.

Die Analyse[1] ergab:

SiO_2	42,78
TiO_2	0,28
Al_2O_3	8,66
FeO	17,96
MnO	0,95
CaO	12,29
MgO	10,06
K_2O	0,62
Na_2O	2,31
H_2O	3,96

[1] Zirkel, Lehrbuch der Petrographie. 1894. 3. 80—81.

Digitized by Google

Das Mittel aus den angeführten Mengen des Granits und Limburgits beträgt:

SiO_2	51,61
TiO_2	0,19
Al_2O_3	10,48
Fe_2O_3	1,46
FeO	11,97
MnO	1,90
CaO	28,89
MgO	23,43
K_2O	3,20
Na_2O	6,16
H_2O	2,97

Das Gemenge wurde ohne Schmelzmittel im Fourquignon-Ofen bei 950° geschmolzen, 3 Stunden im viscösen Schmelzflusse belassen und bei 800—850° erstarren gelassen.

Das erhaltene Product ist dunkel, fast schwärzlich; die Grundmasse glasig, porös. In ihr liegen grosse Mengen Magnetit, in einzelnen Krystallen sowohl wie in compacten Massen, die dunkle Farbe der Schmelze bewirkend.

Ferner findet sich noch Quarz, der jedenfalls vom ursprünglichen Gestein herrührt und mangels jeden Schmelzmittels bei der erreichten Temperatur nicht schmolz.

In Leisten und unregelmässigen Körnern hat sich Feldspath ausgeschieden, dessen Auslöschungsschiefe ihn als Labrador-Bytownit bezeichnen lässt.

Olivin schied sich ziemlich häufig in Körnern aus, mit Spaltrissen und Magnetiteinschlüssen, fast stets randlich zersetzt; er tritt hauptsächlich in den feldspathreicheren Partien auf.

Ein Schliff aus der untersten Partie der Schmelze zeigt bräunliches Glas mit viel Magnetit, wenig leistenförmigen Feldspäthen und Olivinkörnern.

Der Magnetit zeigt sich hier oft in einzelnen Krystallen, die zu kreuz- oder baumartigen Figuren angeordnet sind.

Das erste Ausscheidungsproduct ist der in gut ausgebildeten Krystallen auftretende Magnetit, der wohl hauptsächlich durch Umsetzung des Hyalosiderits entstanden ist.

Über die Reihenfolge der übrigen Ausscheidungen konnte wegen der geringen Anzahl derselben und ihre meist nicht scharfe Begrenzung, sowie wegen der grossen Mengen des

Digitized by Google

Magnetits, welche die übrigen Mineralien verdecken und schwer kenntlich machen, nichts Sicheres bestimmt werden.

Es ist sicherlich dem Mangel jedweden Schmelzmittels zuzuschreiben, dass keine weiteren Neubildungen auftraten.

IX. Versuch.

Zwei Theile der chemischen Mischung des Limburgits vom Kaiserstuhl und 1 Theil der chemischen Mischung des Granits von Reifnig wurden auf dem Gebläse zuerst völlig verflüssigt und dann über dem Teclu-Brenner im viscösen Zustande erhalten und langsam erstarren gelassen.

Die Maximaltemperatur betrug über 900° C., die Erstarrungstemperatur gegen 800° C.

Das Schmelzproduct ist dunkel, sehr porös und zeigt braune Glasbasis. In dieser schied sich zuerst Magnetit in dicht gehäuften Krystallen, jedoch sehr ungleich vertheilt, aus.

Ausserdem zeigen sich Leisten, oft radiär angeordnet, und Körner von Feldspath (Bytownit). Olivin kommt in wenigen, kleinen, stark polarisirenden Körnern vor. Etwas häufiger ist Augit, blassgelbe Körner sowohl wie auch Krystalle.

X. Versuch.

1 Theil Granit von Reifnig und 2 Theile Andesit von der Piatra Mori wurden überm Teclu-Brenner bei 900° C. geschmolzen, ca. 3 Stunden im viscösen Zustande belassen und dann langsam abgekühlt.

Nach Doelter[1] zeigt der genannte Andesit in einer schwarzen Grundmasse Feldspathleisten (Plagioklas), schwarzgrüne Hornblendenadeln, Apatit, Magnetit.

Die Analyse Doelter's ergab:

SiO_2	58,02
Al_2O_3	22,3
Fe_2O_3	4,91
FeO	1,22
CaO	7,31
Mg	2,01
K_2O	1,36
Na_2O	2,78
H_2O	1,01

[1] C. Doelter, Die Trachyte des siebenbürgischen Erzgebirges. Tschermak's Min. u. petr. Mitth. 1874. p. 25.

Digitized by Google

Das Mittel aus den Bestandtheilen des Hornblendeandesits und des Granits beträgt:

SiO_2	61,77
Al_2O_3	16,26
Fe_2O_3	4,70
FeO	0,81
MgO	2,44
CaO	6,31
Na_2O	2,4
K_2O	1,56
H_2O	1,00

Das Schmelzproduct ist sehr porös, glasig, hell gefärbt; zahlreiche gelbliche Krystalliten von federförmiger Gestalt haben sich als erstes Entglasungsproduct gebildet.

An Mineralausscheidungen ist die Schmelze sehr arm. Faserige Plagioklase (Anorthit) und gelbgrüne Augite in Stengeln, sowie wenig Magnetit sind die einzigen sicheren Ausscheidungen. Einzelne Anhäufungen von undeutlichen Täfelchen könnten als Tridymit betrachtet werden, doch ist wegen ihrer Kleinheit und Undeutlichkeit ihre sichere Bestimmung nicht möglich.

XI. Versuch.

6 g der chemischen Mischung des Granits von Reifnig wurden mit je 25 g Chlorlithium und molybdänsaurem Natrium im Gebläse über 900° erhitzt, bis Dünnflüssigkeit eintrat, und dann längere Zeit in Viscositätstemperatur erhalten, endlich langsam erstarren gelassen.

Das sehr poröse Product enthält wenig glasige Grundmasse von hellgrünlichgelber Farbe. Am reichlichsten schied sich Feldspath (Oligoklas und Albit) in kleinen Körnern, Grundmasse mitbildend, aus, sowie in längeren Leisten. Ausserdem entstand Augit, gelbgrün gefärbt, in Prismen und Körnern, über die ganze Schmelze zerstreut.

In grosser Menge schied sich Magnetit an einzelnen Stellen aus, in Täfelchen und skeletartigen Aggregaten.

Die Reihenfolge der Mineralausscheidungen ist nicht sicher zu bestimmen.

Neben dem Magnetit sind jedenfalls die leistenförmigen Feldspäthe eine der ersten Ausscheidungen.

Digitized by Google

Das Schmelzproduct ist durch sehr gleichmässige Ausbildung ausgezeichnet, ein bei derartigen Versuchen nicht häufiger Fall.

Schlussbemerkungen.

Die bei vorliegenden Versuchen neugebildeten Mineralien sind: Feldspäthe (Orthoklas und mehrere Plagioklase), Leucit, Magnetit, Augit, Hornblende (?), Olivin, Nephelin, Eisenglanz, Tridymit (?).

Die wegen der Begleitumstände interessanteste Neubildung ist die des Leucits im I. und III. Versuche. Aus dem Vergleiche des I. mit dem II. Versuche ergiebt sich als sehr wahrscheinlich, dass Leucit sich nur bei relativ hoher Temperatur bildet, dass aber bei ihm die Dauer der Abkühlung, wenn sie nicht unter ein gewisses Maass herabsinkt, von geringerer Bedeutung ist. Dies zeigt sich mit noch grösserer Deutlichkeit beim III. Versuche. In der sonst fast rein glasigen Partie der betreffenden Schmelze tritt hier, fast einschlussfrei, in Menge Leucit von modellartigen Krystallformen auf; seine frühe Ausscheidung ist daher völlig sicher; je zahlreicher aber die Feldspäthe sich bildeten, desto mehr tritt Leucit zurück, bis in den feldspathreichsten Partien, wo nur mehr vereinzelte Leucite sich vorfinden.

Als eines der gewöhnlichsten Producte findet sich bei den meisten Versuchen, wo Eisenoxyde in den Gesteinspulvern, resp. chemischen Mischungen vorhanden waren, Magnetit; er scheint sich auch durch Umsetzung eisenreicher Mineralien, wie des Hyalosiderits und mancher Augite, bilden zu können (IV. Versuch). Seine Ausscheidung erfolgt stets frühe, wie dies auch bei den natürlichen Gesteinen der Fall ist.

Auf die Schwierigkeit, Hornblende künstlich darzustellen, weist bereits Doelter[1] hin. Er führt in der citirten Arbeit auch an, dass Hornblende sich leicht in Augit umwandelt. Dieser Fall trat beim IV. Versuche ein, wo sich die randliche Umwandlung der Hornblende in Augit deutlich zeigt.

Nephelin bildete sich überall dort, wo Leucit gleichzeitig entstand, sowie bei Gegenwart von Fluoriden. Dass die Feld-

[1] Doelter, Synthetische Studien. S.-A. aus dies. Jahrb. 1897. II.

Digitized by Google

späthe in keiner der Schmelzen fehlen, trotz der verschiedenen Temperaturen, des theilweisen Mangels an Schmelzmitteln und der verschiedenen Acidität, zwingt zum Schlusse, dass den Bedingungen ihrer Entstehung keine zu engen Grenzen gezogen sind. Von besonderem Interesse und höchst wichtig wäre es, festzustellen, unter welchen speciellen Verhältnissen sich die einzelnen Feldspathvarietäten bilden; doch lieferten hierfür die Versuche überhaupt noch keinen Anhaltspunkt.

Die Wirkung der Beifügung von Agents minéralisateurs kann auch bei meinen Versuchen nicht verkannt werden; allerdings können manche Mineralien, wie Leucit (III. Versuch), Feldspath und Magnetit, auch ohne ihre Anwesenheit sich bilden. Es ist bis zu einer gewissen Grenze gleichgültig, ob man Gesteinspulver oder chemische Mischungen anwendet; nur sind letztere schwer auf denselben Schmelzpunkt zu bringen wie das natürliche Gestein; Unterschiede in den Schmelzpunkten bedingen aber bereits verschiedene Mineralbildungen.

Die aus einer grösseren Anzahl von Mineralien zusammengesetzten, zu den Versuchen verwendeten Gesteinspulver lassen die Betrachtung nach den Grundsätzen der eutektischen Mischung nicht zu. Es müssen diese Gesetze aber auch hier wirksam sein.

In dieser Hinsicht ist Meyerhoffer's Arbeit über die Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien[1] von grossem Interesse; Meyerhoffer zeigt in derselben, dass bei einer erstarrenden Schmelze bald das eine, bald das andere Mineral entstehen kann; er zieht übrigens, wie es bereits Doelter gethan, die Ausscheidungsgeschwindigkeit zur Erklärung herbei. Solch einen Fall zeigt der dritte meiner Versuche. Es werden aber auch die Temperaturen, die bei zwei Versuchen niemals gleich sind, während ein und desselben Versuches schwanken und einen grossen Einfluss haben, zur Erklärung herangezogen werden müssen, speciell aber auch die Geschwindigkeit der Abkühlung, deren Einfluss experimentell festgestellt ist.

Es sei hier auch auf den Unterschied zwischen den Schmelzversuchen und der Entstehung der Mineralien in der

[1] Zeitschr. f. Kryst. u. Min., herausgegeben von Groth. 1902. p. 593 ff.

Digitized by Google

Natur hingewiesen, der sich darin äussert, dass bei Schmelzversuchen manchmal Mineralien sich bilden, die in Gesteinen als Constituenten nicht auftreten und umgekehrt. Es zeigen sich aber auch in der Löslichkeit in Schmelzen zwischen Mineralien und entsprechenden amorphen Verbindungen Unterschiede. Die Reihenfolge der Ausscheidung ist z. Th. bei natürlichen und künstlichen Schmelzen ebenfalls verschieden.

Meyerhoffer hat theoretisch gezeigt, dass der Schmelzpunkt bei einer erstarrenden Schmelze keinen Einfluss haben kann auf die Ausscheidungsfolge (die von ihm angegebenen Bedingungen vorausgesetzt); es ist aber jetzt zwar ziemlich allgemein die chemische Zusammensetzung der Schmelze als die bestimmende Kraft für die Ausscheidungsfolge anerkannt, andererseits aber auch die Mitwirkung anderer Factoren möglich, besonders, wo es sich um Mineralien und nicht um den theoretischen Fall Meyerhoffer's handelt. Man denke nur an die dimorphen Modificationen, an das verschiedene Verhalten amorpher und krystalliner Verbindung.

Insbesondere scheinen bestimmte Mineralien Temperaturgrenzen als Existenzgrenzen zu besitzen; so hat Doelter den Zerfall des Granats, des Prehnits, die Umwandlung des Wollastonits in andere Mineralien beim Überschreiten gewisser Temperaturen gezeigt.

Nahe verwandte Mineralien, wie Nephelin und Leucit, besonders solche, die dieselben Basen haben, können sich aus ein und derselben chemischen Mischung bilden. Es findet z. B. bei Gegenwart von Fluoriden, Chloriden etc. ein Wechsel zwischen Biotit, Augit, Olivin, Leucit u. s. w. statt. Deshalb erscheint es doch nicht richtig, dass die chemische Zusammensetzung allein maassgebend sei für die Ausscheidungsfolge; der einfache Fall, wie ihn Meyerhoffer annimmt, wird sich in Wirklichkeit selten vorfinden, es werden Abweichungen und Complicationen eintreten; selbst eine Silicatschmelze kann nicht als einfaches Gemenge zweier oder mehrerer Mineralien betrachtet werden, da in derselben Umsetzungen stattfinden, isomorphe Mischungen sich bilden, was den Voraussetzungen Meyerhoffer's nicht genau entspricht.

Sicherlich sind neben der chemischen Zusammensetzung mancherlei physikalische Factoren, besonders die Temperatur

Digitized by Google

von Wichtigkeit, vielleicht auch neben der Löslichkeit der Mineralien die Härte derselben, da die Zeit, die zur Moleculargruppirung nöthig ist, mit dieser zusammenhängen dürfte[1].

Zum Schlusse komme ich einer angenehmen Verpflichtung nach, wenn ich Herrn Professor Dr. C. Doelter für die Anleitung und beständige Unterstützung bei vorliegender Arbeit meinen ergebensten Dank abstatte. Desgleichen danke ich Herrn Privatdocenten Dr. J. A. Ippen für seine freundliche Hilfe bei den Versuchen.

Tafel-Erklärung.

Fig. 1. Zu Versuch II. In der körnigen Grundmasse sind die leistenförmigen Feldspäthe zu erkennen.
„ 2. Zu Versuch III. Leucite mit Einschlüssen und ohne solche in glasiger Grundmasse.
„ 3. Zu Versuch III. Leucite, entstanden innerhalb und an den Rändern von Leucitskeletten.
„ 4. Zu Versuch IV. Zeigt grössere, durch Umwandlung der Hornblende entstandene Augite und kleine Nadeln, sowie Feldspath und Magnetit.
„ 5. Zu Versuch VI. Zeigt Feldspathleisten.
„ 6. Zu Versuch VII. Magmatisch corrodirte Feldspäthe neben spärlicher Grundmasse. Die Vergrösserung ist bei Fig. 6 310fach, bei Fig. 3 und 4 440fach, bei 1, 2 und 5 gegen 500fach.

[1] Van't Hoff, Vorlesungen. Heft 2.

Digitized by Google

Untersuchungen über die Differentiation der Magmen.

Von

Martin Schweig in Jena.

Mit 15 Figuren im Text.

Während die letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts uns fast völlige Klarheit brachten über die Beziehung der Mineralien zu dem Magma, vermochte keine der aufgestellten Hypothesen über die Beziehung chemisch ungleicher Magmen zu einander sich allgemeine Anerkennung zu gewinnen. Zwar wuchs die Kenntniss der Vorgänge in Gesteinsmagmen in dem Maasse, wie die chemische und mineralogische Zusammensetzung der Gesteine und deren Structur bekannt wurden, indessen ist die Mehrzahl der Forscher in der letzten Zeit zu der Ansicht gekommen, dass zur gänzlichen Aufklärung der Vorgänge bei der Bildung der Magmen das Studium der daraus entstandenen Gesteine und das Inbetrachtziehen des geologischen Auftretens derselben allein nicht genügen wird, dass vielmehr nur das Experiment — die Wiederholung der natürlichen Vorgänge im Laboratorium bezw. das planmässige Studium künstlicher Silicatschmelzflüsse — die Lösung dieses Problems bringen werde. Dem Experimentator bietet sich hier ein grosses noch fast ganz unbeackertes Feld, sind doch die Eigenschaften feurig-flüssiger Silicate in physikalischer und chemischer Beziehung, abgesehen von den wenigen in der Technik verwendeten Silicaten, insbesondere den Gläsern, so gut wie gar nicht bekannt. Um so dankbarer bin ich

Digitized by Google

daher meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Linck, für die Anregung zu vorliegender Arbeit, die die erste einer Reihe von Untersuchungen auf dem gleichen Gebiete sein soll.

I. Historische Uebersicht[1].

Nach den ältesten Ansichten waren die Laven Theile des Urmagmas, das sich beim Übergang der Erde aus dem dampfförmigen in den flüssigen Zustand gebildet hatte, oder nach anderen wieder flüssig gewordene Sedimentgesteine, welche ihren Ursprung der Zersetzung der ersten Erstarrungskruste der Erde verdankten. Da diese Theorien in ähnlicher Weise noch des öfteren wiederkehren und von dem eigentlichen Thema zu weit abliegen, dürfte es unnöthig sein, hier näher auf dieselben einzugehen.

Der erste, der im 19. Jahrhundert seine Ansicht darlegte, war G. Poullet Scrope[2]. Dieser hielt die Laven für durch „Intumescenz" flüssig gewordene krystallinische Gesteine; Wasser sollte in die Poren des Gesteins eingedrungen sein und beim Erwärmen dasselbe verflüssigt haben. Die Verschiedenheit der mineralogischen Zusammensetzung der aus den Laven entstehenden Gesteine — der chemische Bestand wurde aus naheliegenden Gründen nicht berücksichtigt — könne dann ihren Grund haben

1. in einem Unterschied in der Zusammensetzung des verflüssigten Gesteins,
2. in wiederholter Intumescenz und Verfestigung der Lava vor dem Ausbruch.

Dass ganz verschiedene Gesteine nahe bei einander liegenden Gebieten entstammten, erklärte Scrope, indem er eine Art von Differentiation zwischen eisenhaltigen (ferruginous) und feldspathartigen (feldspathic) Mineralien annahm, dadurch hervorgerufen, dass letztere sich im gasförmigen Zustand von den anderen trennten.

---

[1] Der folgende Literaturauszug hält sich im Wesentlichen an die ausführlichere geschichtliche Übersicht von P. Idding's in seiner Arbeit „The origin of igneous rocks". Bull. Phil. Soc. Washington. 12. 1892—1894. p. 91 ff. und an Zirkel „Lehrbuch der Petrographie". 2. Aufl. 1. p. 658 ff.

[2] G. P. Scrope, „Volcanos". London 1825.

Digitized by Google

In seinem 1844 erschienenen Werke Volcanic Islands[1] giebt Ch. Darwin zwei Theorien für die Bildung chemisch ungleich zusammengesetzter Eruptivgesteine. Bei beiden geht er von einem ursprünglich homogenen Magma aus, in welchem sich bei der Abkühlung Krystalle abscheiden. Die Trennung dieser Krystalle von der übrigbleibenden Masse kann nun geschehen:

1. indem die Krystalle als specifisch schwerer zu Boden sinken, oder
2. indem die ganze Masse unter Druck kommt und der unkrystallisirte Theil in Spalten des halberkalteten Nachbargesteines gepresst wird.

Für beide Arten der Trennung will er Beispiele in der Natur gefunden haben. So glaubt er, dass „Basalte" im Allgemeinen einem Krater am Fusse eines Vulcans entquellen und dass „Obsidiane" am Gipfel ausbrechen, was dem ersten Fall entspräche, während ihm Adern eines dunklen Augit- oder Hornblendegesteines (dark coloured augitic or hornblendic rock) im Gneiss als Beweismittel für die Richtigkeit des zweiten Theils seiner Hypothese gelten.

In seinem Bericht über die Expedition Wilkes' 1849 stellt Dana[2] seine Ansicht über die Differentiation dar. Bei der Betrachtung der Basaltinseln des Pacifischen Oceans fällt ihm auf, dass das Innere der Felsen viel feldspathreicher ist als der Rand, und er wirft die wohlberechtigte Frage auf: „What has separated the feldspar, iron, and augite that constitute the basaltic rocks and left nearly pure feldspar alone at the center?" Die Theorie Darwin's erscheint ihm unwahrscheinlich, denn gerade die Lava, die dem Gipfel des Kilauea entquillt, zeigt ein hohes specifisches Gewicht.

Die Erklärung Dana's basirt auf der Gegenwart von flüchtigen Substanzen im Gestein und der ungleichen Schmelzbarkeit von Feldspath und Augit. Der Feldspath wird bei der Abkühlung zuerst fest, da er den höchsten Schmelzpunkt hat. Wenn nun die Dämpfe dem Gestein entweichen, werden

[1] Charles Darwin, „Volcanic Islands". London 1844.

[2] s. D. Dana, „United States Exploring Expedition during the years 1838—42 under the Command of Charles Wilkes, U. S. A." Philadelphia 1849. **10.** (Geologie.)

Digitized by Google

sie vor allen Dingen den noch flüssigen Theil an die Oberfläche drücken, während der Feldspath in der Mitte bleibt[1]. — Dana discutirt weiter die Frage, ob in dem geschmolzenen Magma schon das Molecül einer Verbindung, die später auskrystallisirt, z. B. das Molecül des Augits, vorhanden ist, oder ob die Elemente in anderen Combinationen vorliegen. Letzteres scheint ihm das Wahrscheinlichere, denn er glaubt die Beobachtung zu machen, dass aus demselben Magma, je nach den Bedingungen, die bei der Verfestigung herrschen, Augit oder Hornblende auskrystallisiren kann.

Auf seiner Reise nach Island, deren Ergebnisse im Jahre 1851 veröffentlicht wurden[2], studirte Bunsen die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine dieser Insel. Er kam dabei zu dem Resultat, dass die Magmen, aus denen die beobachteten Eruptivgesteine entstanden waren, sich in eine Reihe anordnen liessen, deren Mittelglieder durch Mischung aus den beiden Endgliedern entstanden sind[3]. Diese Endglieder, das „normal trachytische" (t) und das „normal pyroxenische" (p) Magma sollten den SiO_2-reichsten bezw. -ärmsten Gesteinen, die er gefunden hatte, entsprechen.

Bunsen war bei seinen Beobachtungen nur von rein chemischen Grundsätzen ausgegangen und hatte dadurch die physikalischen und geologischen Principien vernachlässigt. Es war also nicht zu verwundern, dass seine Theorie bald angegriffen wurde. Dies geschah bereits zwei Jahre nach Veröffentlichung seiner Arbeit von seinem Reisegefährten Sartorius v. Waltershausen[4]. Dieser wirft Bunsen vor, dass

---

[1] „Whenever the temperature of the liquid mass begins to be less than that necessary to retain the feldspar in fusion, there the feldspar will commence to solidify, or will slowly stiffen in the midst of the fluid material made up of the other ingredients. In this state the vapors ascending in the conduit will urge upward the feldspar much less freely than the more liquid part of the lava."

[2] R. Bunsen, „Über die Processe der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands." Pogg. Ann. 83. 1851.

[3] Allerdings sah sich Bunsen genöthigt, um die isländischen Gesteine in sein System einzupassen, bei einigen eine Substanzaufnahme aus dem Nachbargestein durch Einschmelzen von Theilen desselben anzunehmen.

[4] S. v. Waltershausen, „Über die vulcanischen Gesteine in Sicilien und Island . . ." Göttingen 1858.

Digitized by Google

er die nach dem Mittelpunkte der Erde hin zunehmende Dichte der Gesteine ganz ausser Betracht lasse und zu einer unwahrscheinlichen Hypothese seine Zuflucht nehme. — Waltershausen ist der Meinung, dass in dem Urmagma eine Trennung nach dem specifischen Gewicht stattgefunden habe, so zwar, dass die Oberfläche der Erdrinde aus Feldspath besteht, dessen Gehalt an basischen Oxyden und specifisches Gewicht nach dem Erdinnern hin zunimmt, bis in einer Tiefe von 21 Meilen schwerere Silicate und Metalloxyde, vorzugsweise Augit und Magneteisen, an seine Stelle treten[1].

Die Zerlegung eines Magmas nach dem specifischen Gewicht hält auch Lyell[2] für wahrscheinlich. Er ist im Wesentlichen der Ansicht Scrope's und Darwin's, nur geht nach seiner Hypothese die Trennung eines Magmas in Theilmagmen vor sich, während alle Bestandtheile flüssig sind, während bei Scrope und Darwin die sich trennenden Massen sich in verschiedenem Aggregatzustand befinden. „Wenn daher," sagt er auf p. 522 seines Werkes, „eine grosse Menge Gesteins im Innern der Erde durch vulcanische Hitze wieder geschmolzen ist, so werden die schwereren Bestandtheile der kochenden Flüssigkeit zu Boden sinken, und die leichteren, welche oben bleiben, werden dann durch die Expansivkraft der Gase zuerst an die Oberfläche getrieben werden." — Der gleichen Meinung ist er auch noch im Jahre 1871[3].

Die von Scrope ausgesprochene und dann von Waltershausen und Lyell bekämpfte Ansicht, dass die mineralogische und chemische Zusammensetzung der Gesteine sich mit dem geologischen Alter nicht ändere[4], erhielt im Jahre 1857 eine

---

[1] op. cit. p. 518. „Die ganze äussere Erdrinde ist in primitiver Form als eine Feldspathmasse zu betrachten, die an der Oberfläche nur verhältnissmässig wenig fremde Mineralkörper enthält, die aber, nachdem sie ihre basischste Zusammensetzung erlangt hat, in einer Tiefe von etwa 21 Meilen aufhört und durch specifisch schwerere Silicate und Metalloxyde, vorzugsweise durch Augit und Magneteisen, verdrängt wird.

[2] Charles Lyell, „A manual of elementary geology." New York 1855.

[3] Ch. Lyell, „The students elements of geology." London 1871.

[4] Über die Bedeutung dieser Frage vergl. H. Rosenbusch, „Über die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine." Min. u. petr. Mitth. 11. 1889. p. 144. Rosenbusch stellt am Anfang dieser Arbeit folgende drei Fragen:

Digitized by Google

neue Stütze durch J. B. Jukes[1]. Dieser denkt sich einen Zerfall eines aus dem Erdinnern emporquellenden Magmas nach dem Schmelzpunkt der in ihm enthaltenen Mineralien, so dass sich die am schwersten schmelzbaren Mineralien zuerst fest abscheiden und am tiefsten zu liegen kommen u. s. f. Dass es dabei vorkommen kann, dass ein specifisch schwereres Magma über einem leichteren liegt, ist nicht von Bedeutung, denn die Differenzen im specifischen Gewicht sind verschwindend klein gegen die das Empordringen verursachende Kraft[2]. — Auch ist es Jukes also erklärlich, dass sich die Gesteine eines Eruptivgebietes in eine Reihe, wie z. B. die Bunsen'sche, anordnen lassen, jedoch scheint ihm seine Deutung die grösste Wahrscheinlichkeit von allen bisher gegebenen beanspruchen zu können. — Die Bezeichnungen alt und neu, die man den Eruptivgesteinen beilegt, müssen nach seiner Meinung durch in der Tiefe gebildet („deeply formed") [Tiefengesteine!] und an der Oberfläche gebildet („superficially formed") [Ergussgesteine!] ersetzt werden.

---

1. „Lassen sich Unterschiede im stofflichen Bestande der Eruptivgesteine der verschiedenen geologischen Altersperioden erkennen und welche sind es?
2. Zeigen sich bei der vergleichenden Betrachtung der stofflich verschiedenen Eruptivgesteine gewisse Gesetzmässigkeiten und welche sind es?
3. Wie lässt sich die stoffliche Verschiedenheit der Eruptivmassen aus demselben Eruptivcentrum erklären?"

und bemerkt dann weiter: „Die erste der obigen Fragen ist eine Vorfrage. Ihre Bejahung würde nur die Folge haben, dass die Untersuchungen zur Beantwortung der Fragen 2 und 3 gesondert an so vielen Kategorien von Eruptivgesteinsgruppen durchzuführen wären, wie sich zufolge der durch das geologische Alter bedingten Verschiedenheiten ergeben würden. Ihre Verneinung würde gestatten, ohne Berücksichtigung des geologischen Alters sofort für alle bekannten Eruptivgesteine eine Beantwortung der aufgestellten Fragen zu versuchen."

[1] J. B. Jukes, „The students manual of geology." Edinburgh 1857.

[2] „From the very same stream of igneous matter, proceeding from the interior to the surface of the earth, the more readily fusible portions might be successively squeezed out, as it were, as the infusible ones solidified and contracted in consequence of that solidification. This action might take place in spite of the greater specific gravity of the more fusible minerals, since the difference of the specific gravity would probably be small compared with the power of the eruptive force."

Digitized by Google

Noch in demselben Jahre 1857 erschien eine Abhandlung von Durocher[1], in der der Verfasser die Theorie Bunsen's und die Ansichten Darwin's und Dana's gewissermaassen vereinigt. Er kommt wie Bunsen zu dem Schluss, dass die festgewordenen Magmen durch Vermischung des Inhalts zweier Reservoire gefüllt mit SiO_2-reichem (siliceux) bezw. SiO_2-armem (basique) Magma entstanden seien. Allerdings denkt er sich diese Grenzmagmen nicht nebeneinanderliegend wie Bunsen, sondern sie sollen unter der festen Erdkruste in zwei concentrischen Schalen den Erdkern umgeben (vergl. v. Waltershausen). Ferner will er nicht wie Bunsen Gesteine gefunden haben, welche die Zusammensetzung dieser Endglieder besitzen[2], sondern seine Grenzmagmen sind rein hypothetisch. Entstanden denkt er sich dieselben im Anklang an Darwin und Dana durch „Liquation", d. h. Saigerung aus einem Urmagma, wobei eine Trennung von Krystallen und flüssigem Material stattfindet. Diese Magmen können nun weiter gesaigert werden und schliesslich verschiedene Gesteine liefern je nach den Bedingungen, die bei der Trennung geherrscht haben. „Pour les roches dérivant du même magma, les différences dans les caractères minéralogiques tiennent moins à leur composition élémentaire qu'à des conditions de pression, de température et en général aux circonstances de leur refroidissement, c'est-à-dire à des conditions d'un ordre externe plutôt que d'un ordre interne."

Durocher vergleicht ferner hier als erster die Magmen mit geschmolzenen Metalllegirungen, indem er sagt: „Les magmas qui ont produit les roches ignées sont comparables à des bains contenant à l'état de fusion plusieurs métaux, et qui, en se figeant, se partagent en des alliages divers, suivant les circonstances de leur solidification, lors même que le bain primitif offrait la même composition."

---

[1] V. Durocher, „Essai de Pétrologie comparée, ou recherches sur la composition chimique et minéralogique des roches ignées, sur les phénomènes de leur émission et sur leur classification." Ann. des Mines. 11. 1857.

[2] Die Endglieder können nicht vorhanden sein, da dieselben selbst wieder durch „liquation" zerlegt sind, aber es ergiebt sich die Zusammensetzung z. B. des normalen „magma siliceux" durch Mischung eines Phonolith- und eines Trachytporphyr-(Rhyolith-)Magmas.

Digitized by Google

B. v. Cotta[1] nahm eine Saigerung bei der Bildung der ersten Erstarrungskruste der Erde an, allerdings ohne näher anzugeben, wie oder wodurch dieselbe entstanden sein sollte. Die erste feste Rinde der Erde sollte aus SiO_2-reichem Gestein bestehen, während die darunterliegende flüssige Masse in ihrer Zusammensetzung den an basischen Oxyden reichsten Gesteinen entspräche. Indem letztere bei einem Durchbruch durch die Erdrinde mehr oder weniger feste Theile auflöst, entstehen mehr oder weniger SiO_2-reiche Gesteine.

Von der Spaltung bezw. von einem Zerfall spricht auch J. Roth[2] in seinen Tabellen 1861. Er hat indes keineswegs die Bildung der grossen Magmen im Auge, sondern er betrachtet nur die wirklich zur Eruption kommenden Materien. Dabei bemerkt er, dass feurig-flüssige Massen von gleicher oder sehr nahezu gleicher chemischer Zusammensetzung in verschiedene Mineralien „auseinanderfallen" können, dass aber auch Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung bis zu einem gewissen Grade nicht das Zerfallen in dieselben Mineralien hindere. — Was J. Roth hier Spaltung nennt, hat nach Rosenbusch (p. 151) gewisse Verwandtschaft mit dem, was dieser Autor ältere Ausscheidungen in den Eruptivgesteinen nennt, während „Durocher's liquation in der Sprache vieler heutiger Geologen Schlierenbildung im Magma zu nennen sein würde."

In der zweiten Auflage seines Students Manual of Geology (Edinburgh 1862) giebt Jukes eine Übersicht über die bis dahin veröffentlichten Theorien über die Entstehung der chemisch ungleichen Eruptivgesteine. Er selber bringt nichts wesentlich Neues; im Gegentheil, er behauptet, dass alle Eruptivgesteine ein und demselben Magma entstammen, ohne auch nur eine Andeutung über die Gründe für den Zerfall desselben zu machen.

Auch Zirkel beschränkt sich im ersten Band seines Lehrbuches der Petrographie (Bonn 1866) darauf, die bisher veröffentlichten Theorien zu referiren; die Ansicht, die

---

[1] B. v. Cotta, „Geologische Fragen." Freiberg 1858.

[2] Justus Roth, „Die Gesteinsanalysen in tabellarischer Übersicht und mit kritischen Erläuterungen." Berlin 1861.

Digitized by Google

ihm am wahrscheinlichsten zu sein scheint, ist die von v. Waltershausen.

F. v. Richthofen[1] giebt 1868 im Anschluss an eigene Beobachtungen einen Bericht über die bisher veröffentlichten Theorien. Nach seiner Ansicht hat das Bunsen'sche Mischungsgesetz — die Reservoire der beiden Grenzmagmen sollen jedoch wie bei v. Waltershausen vertical übereinanderliegen — allgemeine Gültigkeit nur für Tiefengesteine. Die Magmen der Ergussgesteine sollen sich durch Saigerung, wie sie Durocher angegeben hat, aus den grossen Magmenmassen abgespalten haben.

Scrope hat in der Ausgabe seiner „Volcanos" vom Jahre 1872 seine frühere Ansicht etwas geändert. Er denkt sich, dass in einem Magma Feldspath und Augit zu gleicher Zeit auskrystallisiren. Das specifische Gewicht der Mutterlauge steht nun zwischen dem der Krystalle; es wird also der Feldspath emporsteigen, während der Augit zu Boden sinkt. Dadurch wird der untere Theil reicher an basischen Oxyden, der obere an SiO_2. — Scrope macht keinen Anspruch auf die Originalität dieser Hypothese, er giebt vielmehr selber zu, dass er nur die Ansicht Darwin's (s. o.) recapitulire. Auch den zweiten Theil der Darwin'schen Anschauung, dass unter Umständen die Mutterlauge von den abgeschiedenen Krystallen abgepresst werden könne, hält er für richtig, indes dürfe diese Voraussetzung nur unter besonderen, durch locale Verhältnisse gegebenen Bedingungen giltig sein.

C. King[2] veröffentlichte 1878 eine Arbeit, in der er ganz neue Gedanken über die Entstehung der Eruptivgesteine lieferte. Auf den Inhalt der interessanten Abhandlung einzugehen, würde hier zu weit führen, besonders da der Verfasser sich auf eine Theorie der Spaltung bezw. Saigerung eines Magmas nicht einlässt. Er erwähnt nur, dass eventuell in einem wieder flüssig gewordenen Gestein — in kleinerem Umfange — eine Trennung stattfinden kann, und zwar 1. indem in der völlig flüssigen Masse die schwereren Theile zu Boden

[1] F. v. Richthofen, „The Natural System of Volcanic Rocks." San Francisco 1868.

[2] C. King, „U. S. Geological Exploration of the Fortieth Parallel." Washington 1878. 1. (Systematic Geology.)

Digitized by Google

sinken, oder aber 2. indem nach der Anschauung Scrope's eine Trennung von festem auskrystallisirten Material und der Mutterlauge nach dem specifischen Gewicht stattfinden kann.

Einen ganz anderen Gedanken bringt im Jahre 1880 Dutton[1]. Die erste Erstarrungskruste der Erde soll völlig oder nahezu völlig homogen gewesen sein und ungefähr die chemische Zusammensetzung eines Basaltes gezeigt haben, da Basalte zu allen geologischen Zeiten den grössten Theil der entstandenen Eruptivgesteine ausmachen[2]. Durch die Verwitterung werden die Gesteine in SiO_2-reiche und -arme Sedimente zerlegt, z. B. in Sandstein einerseits und Kalkstein andererseits, während ein Bestandtheil von mittlerer chemischer Zusammensetzung, der Thon, zurückbleibt. Wenn nun einer dieser 3 Theile in grösserer Menge von Basaltmagma bei einem Durchbruch aufgenommen wird, so wird dies eine wesentlich andere chemische Zusammensetzung annehmen und aus diesem neuen Schmelzfluss werden bei der Krystallisation naturgemäss andere Gesteine als Basalt entstehen. — Eine Trennung von festen Krystallen und ihrer Mutterlauge erscheint ihm wenig wahrscheinlich, denn die Krystalle haben sich jedenfalls erst gebildet, als die Lösungsfähigkeit des Schmelzflusses geringer wurde, d. h. als er kälter und zähflüssiger geworden war, und dann hätten sie sich nicht mehr frei bewegen können. — Auch die Trennung des Magmas in einen specifisch schwereren und leichteren Theil, wie sie z. B. Lyell (s. o.) annahm, hält er für unmöglich oder wenigstens für sehr wenig wahrscheinlich, da ihm ein analoger Vorgang sonst nicht bekannt ist[3].

---

[1] C. E. Dutton, „Geology of the High Plateaus of Utah." Washington 1880.

[2] „. . . the basalts are among the most abundant of eruptive rocks. and, if we reckon with them the more ancient dolerites or diabases, they have always been abundant in all ages as far back as our knowledge extends, but not only should we infer that the primordial matter of the earth were basic like the basalts or dolerites but that they were very nearly homogeneous."

[3] „We know of no natural processes capable of separating the more acid parts of such a magma, except the chemistry of the atmosphere acting at temperatures far below the melting points of the silicates. We have the results of that processes in the quartzites, granites, gneisses and

Digitized by Google

Die Eigenschaften eines Magmas betrachtet dann 1886 Lagorio[1] näher. Mit ihm kommt ein ganz neuer Zug in die Anschauungen, die sich bisher in engen Grenzen immer gleich oder ähnlich geblieben waren. Er hebt vor Allem die chemischen und physikalischen Gesetze, die bei der Bildung eines Magmas in Betracht kommen, hervor und zeigt, wie lückenhaft die Kenntnisse von den Eigenschaften der Glasflüsse bis zu jener Zeit sind. — Nach Lagorio ist „ein geschmolzenes Gesteinsmagma eine übersättigte Lösung verschiedener Silicate, die eines geringen Anstosses bedürfen, um je nach dem Sättigungsgrade mit der einen oder anderen Verbindung als Gemengtheile auszukrystallisiren. Die Analogie mit Salzlösungen ist eine vollständige, die für wässerige Salzlösungen gefundenen Gesetze lassen sich daher auf die geschmolzenen Gesteinsmagmen anwenden."

Die Frage der Differentiation eines Magmas streift Lagorio nur in seinen interessanten Ausführungen; eine Spaltung in flüssigem Zustand hält er für ausgeschlossen, dieselbe kann nur vor sich gehen bei der Abscheidung eines Bestandtheiles in fester Form entsprechend der Salzabscheidung in einer wässerigen Lösung. Als Lösungsmittel, als die am wenigsten zur Krystallisation befähigte Substanz, als Glas κατ' ἐξοχήν, betrachtet er ein Silicat von der Zusammensetzung $R_2O \cdot 2SiO_2$, wobei R = K, Na ist. Gelöste Substanz sind die wenigen gesteinsbildenden Silicatmineralien, da sich diese aus den verschiedenen SiO_2-reichen und -armen Magmen immer wieder bilden. — Spruchreif wird nach der Ansicht Lagorio's die Frage der Differentiation erst sein, wenn die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Schmelzflüsse genauer studirt sein werden.

J. J. H. Teall[2] discutirt die schon von Lagorio angeschnittene Frage der Anwendbarkeit der Soret'schen Beobachtung, dass in einer homogenen Lösung eine Anreicherung

---

syenites among the silicious rocks, and the limestones and dolomites among the basic rocks, with argillaceous rocks as the residium of the decomposition."

[1] A. Lagorio, „Über die Natur der Glasbasis sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma." Min. u. petr. Mitth. 8. (1886.)

[2] J. J. H. Teall, „British Petrography." London 1888.

Digitized by Google

der gelösten Substanz in den kälteren Theilen stattfindet, auf die Silicatschmelzflüsse. Der schwierigste Punkt bei dem Vergleich ist ihm die Angabe des Lösungsmittels und der gelösten Sustanz, und schliesslich lässt er die Frage offen: „Soret's Princip kann auch auf die Tiefengesteine anwendbar sein. Homogene geschmolzene Massen können durch Diffusion gewisser Constituenten während der Abkühlung heterogen werden. So kann ein Magma von mittlerer chemischer Zusammensetzung in ein „basisches" und in ein „saures" Magma differenzirt werden."

Eine neue Vorstellung über die Spaltung eines Magmas gab Rosenbusch im Jahre 1889 (op. cit.). Er versteht unter „Spaltung" den „spontanen Zerfall eines chemisch gleichartigen Gesammtmagmas in zwei oder mehrere chemisch differente Theilmagmen". Wie dieser Zerfall stattfinden soll, darüber giebt der Verfasser indes leider keine Auskunft; verursacht wird er durch chemische Affinitäten der gelösten Stoffe. „Mag man sich nun," sagt er auf p. 156 und 157, „das Urmagma im Erdinnern, von welchem alle Eruptivmassen in letzter Instanz abzuleiten sind, durch fortschreitende Oxydation einer den Erdkern bildenden Metalllegirung oder sonstwie entstanden denken, wir müssen uns dasselbe unbedingt uranfänglich homogen vorstellen, oder aber auf jede Bildung einer Anschauung von demselben verzichten. Im ersteren Falle zwingt die Thatsache, dass die zu unserer Kenntniss kommenden, den verschiedenen Eruptivgesteinen zu Grunde liegenden Magmen, nicht stofflich gleich, sondern sehr mannigfach verschieden sind, zu der Annahme, dass in dem Urmagma Spaltungen in Theilmagmen vor sich gehen. Dass diese nicht gesetzlos verlaufen, sondern unter der Einwirkung chemischer Affinitäten, ist von vornherein anzunehmen, und wird widerspruchslos dadurch erwiesen, dass gewisse an und für sich als möglich zu betrachtende Magmen offenbar nicht vorkommen. Warum z. B. sollte nicht ein alkalifreies, aber kalkreiches Magma von grossem Kieselsäure- und Thonerdegehalt, warum nicht ein thonerde- und zugleich magnesiaeisenreiches Magma vorkommen. Man kann diese Frage doch nicht dadurch erledigen, dass man sagt, solche Magmen könnten nicht in bekannte Silicatminerale zerfallen.

Digitized by Google

Das würde zu sehr an die weise Vorsicht der Natur erinnern, welche die grossen Flüsse immer an den grossen Handelsstädten vorbeifliessen lässt, und wäre überdies noch falsch."

„Die Ursache dafür, dass gewisse Magmen in allgemeiner Verbreitung vorkommen, andere fehlen, kann nur darin gesucht werden, dass gewisse Stoffe in schmelzflüssiger Lösung sich gegenseitig in gewissen Mengenverhältnissen bedingen uud ausschliessen. Von dieser Annahme ausgehend, erkennen wir die thatsächlichen Spaltungen im Urmagma als nothwendig. Das Vorkommen, sowie die regelmässige Wiederkehr bestimmter Eruptivmassen wird dem Gebiete des Zufalls entrückt und giebt Anlass und Anhaltspunkte zum Aufsuchen der Gesetze, nach denen diese Spaltungsvorgänge verlaufen."

Zu gleicher Zeit wie die Abhandlung von Rosenbusch erschien eine Arbeit von Brögger[1], in der der Verfasser den Zerfall eines Magmas, oder richtiger gesagt eine Trennung der Bestandtheile desselben, nach dem Soret'schen Princip annimmt. Aus den chemischen Beziehungen, die zwischen den Gesteinen eines Eruptionsgebietes herrschen, schliesst er, dass dieselben einem gemeinsamen begrenzten „Magmabassin" entstammen, dessen Inhalt aber nicht einfach ein Theil der flüssigen Masse ist, die das Erdinnere bilden soll. An der kühleren Oberfläche der flüssigen Masse reichern sich zuerst die schwerer löslichen SiO_2-armen Bestandtheile an und werden zuerst ausgeworfen; die Materien der folgenden Ausbrüche werden immer mehr SiO_2-haltig, bis zum Schluss wieder an basischen Oxyden reiches Material — die zuerst auskrystallisirten, zu Boden gesunkenen und wieder flüssig gewordenen SiO_2-armen Mineralien — zur Eruption gelangt. — Für das von Brögger untersuchte Eruptionsgebiet stimmt diese Theorie mit dem Alter der beobachteten Gesteine und ihrer chemischen Zusammensetzung überein.

Eine Trennung nach dem specifischen Gewicht und entsprechend dem Soret'schen Princip nimmt auch J. H. L. Vogt[2]

---

[1] W. C. Brögger, „Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite." Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 16. 1890.

[2] J. H. L. Vogt, „On dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige representerede grupper af jernmalmforekomster." (Über die Bildung der

Digitized by Google

an. Er discutirt in eingehender Weise die Möglichkeiten einer Spaltung oder einer Saigerung, indem er die Vorgänge vom chemischen und physikalisch-chemischen Standpunkt aus betrachtet. Er kommt dabei zu dem Resultat, dass bei „basischen“ [1] Eruptivgesteinen eine Spaltung in Metalle — Eisen, Kupfer, Platinmetalle — bezw. in Sulfide und Oxyde einerseits und in ein „basisches“ Magma andererseits möglich ist. Das SiO_2-arme Silicat kann sich dann weiter nach dem Soret'schen Princip oder nach anderen, bisher unbekannten Gesetzen in chemisch verschiedene Theile trennen. Während die Abspaltung der Metalle, Oxyde und Sulfide durch Vorkommnisse in der Natur und durch künstliche Schmelzflüsse (Schlacken und Gläser) bewiesen ist, kommt er zur Spaltung des Magmas durch Diffusion, durch Speculation und durch Vergleich des Schmelzflusses mit einer wässerigen Lösung [2].

1892 treten Dakyns und Teall [3] der Frage nach der Bildung der Gesteine eines Eruptivcentrums und nach der Theilung der Magmen näher. Sie kommen zu dem Schluss, dass die von ihnen untersuchten Gesteine chemisch und petrographisch so völlig in eine Reihe passen, dass dieselben unbedingt Producte eines fortlaufenden Processes sein, d. h. einem gemeinsamen Magma entstammen müssen. Über den Zerfall desselben sprechen sie keine bestimmte Meinung aus. Wahrscheinlich haben sich beim Erkalten der Masse eines Tiefengesteines zuerst die an basischen Oxyden reichsten und specifisch schwersten Mineralien abgeschieden, denen immer

---

wichtigsten norwegischen und schwedischen Gruppen von Eisenerzvorkommen. — Mit einem ausführlichen Resumé in deutscher Sprache.) Geol. Fören. Förh. Stockholm 1891 und „Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprocesse in basischen Eruptivmagmata“. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893.

[1] Richtiger dürfte es sein, in Bezug auf ein Silicat den Ausdruck „sauer“ durch SiO_2-reich und „basisch“ durch SiO_2-arm zu ersetzen, da wahrscheinlich die meisten Silicate als neutrale Salze aufzufassen sind und somit ein „saures“ oder „basisches“ Silicat keineswegs einem sauren oder basischen Salze in der üblichen Auffassung entspricht.

[2] Auf diese Entwickelung wird bei der Betrachtung einer späteren Arbeit desselben Verf.'s genauer eingegangen werden.

[3] J. R. Dakyns and J. J. H. Teall, „On the Plutonic Rocks of Garabel Hill and Meall Breac.“ Quart. Journ. Geol. Soc. London. 48. 1892.

Digitized by Google

SiO_2-reichere folgten. Die Krystalle haben sich bei ihrer Bildung zu Boden gesetzt, so dass der oberste Theil wesentlich verschieden in der chemischen Zusammensetzung von dem untersten, zuerst gebildeten ist. Indes können ihrer Meinung nach auch andere Processe, z. B. eine Trennung nach dem Soret'schen Princip, eine Rolle gespielt haben. Einen Beweis für die Richtigkeit ihrer Ansicht suchen sie darin, dass es für die SiO_2-ärmsten Tiefengesteine, die Peridotite, keine Vertreter unter den Ergussgesteinen giebt. Bei diesen ist eben das ganze Magma zum Ausbruch gekommen und bei der schnellen Abkühlung und der geringen Ausdehnung in verticaler Richtung hat eine Trennung in einen SiO_2-armen und in einen SiO_2-reichen Theil nicht stattfinden können.

Iddings (op. cit.) betrachtet die Bildung der Eruptivgesteine und der Spaltung der zugehörigen Magmen vom geologischen und petrographischen Standpunkt, während er die physikalischen und chemisch physikalischen Vorgänge bei der Spaltung sehr kurz behandelt. Aus einem potentiell flüssigen Urmagma haben sich eine Anzahl oft chemisch ähnlich zusammengesetzter Theilmagmen abgespalten. Wie das geschehen ist, will er unbeantwortet lassen, dazu reichen unsere Kenntnisse vorläufig noch nicht aus. Der Vorgang ist aber seiner Meinung nach nicht nur chemischer (Rosenbusch), sondern auch physikalischer Natur. Druck und Temperatur haben sicher eine Rolle dabei gespielt, ebenso die Anziehung nach dem Mittelpunkte der Erde (Soret'sches Princip), vielleicht auch der Zerfall der gelösten Stoffe in Ionen. Er empfiehlt das genaue Studium der wässerigen Lösungen und die Anwendung der erzielten Resultate auf die Silicatschmelzflüsse[1]. — Die Theilmagmen oder

[1] „The differentiation of molten magmas must be of a chemico-physical nature.

Conceptions of the chemical and physical character and behavior of solutions are rapidly being developed. Much, however, remains to be learned of the true nature of the simplest aqueous solution. The complexities of a compound solution, that exists only at extremely high temperatures and experiences the pressures to which rock magmas have undoubtedly been subjected may long remain beyond the reach of direct investigation. Still the steady advancement of experimental physics offers great possibilities

Digitized by Google

„reservoirs“ liefern dann durch einen ähnlichen Zerfall die Gesteine eines Eruptivgebietes, deren Verwandtschaft („consanguinity“) sich in ihren mineralogischen, chemischen und geologischen Beziehungen kund thut.

Bemerkenswerth ist vielleicht noch die Anschauung Iddings', dass in einem Silicatschmelzfluss jedes Oxyd selbständig vorhanden ist, so dass keine Vereinigung der Metalloxyde mit der Kieselsäure zu Silicaten stattfindet, solange keine Krystallbildung eintritt.

Die Frage, ob ein Silicat im feurigen Fluss als Legirung oder als Lösung in der üblichen Auffassung anzusehen ist, lösen 1892 Barus und Iddings[1]. Bei einer Metalllegirung steigt im Allgemeinen der elektrische Widerstand mit der Zunahme der Temperatur, während bei einer Salzlösung, allerdings nur bis zu einem gewissen Punkt, die Leitfähigkeit bei steigender Temperatur zunimmt. Die Verf. zeigen nun, dass bei einem Silicat mit der Temperaturerhöhung ein Abnehmen des Widerstandes stattfindet, ohne dass beim Flüssigwerden ein Sprung eintritt. Sie können ferner darthun, dass mit der Zunahme des SiO_2-gehaltes die Leitfähigkeit grösser wird, während reines Kieselsäureanhydrit, wie bereits Warburg (Wied. Ann. **21**. p. 622) gezeigt hat, dem Durchgang der Elektricität einen ausserordentlich grossen Widerstand entgegensetzt. Der Vergleich mit der wässerigen Lösung eines Salzes stimmt also vollständig, wenn man annimmt, dass die Kieselsäure als Lösungsmittel dient. „The behavior of molten rock magmas is in its nature quite identical with that of any aqueous or other solution, the difference being one of solvent.“

Die Thatsache, dass bei der Verfestigung eines Silicatschmelzflusses keine plötzliche Änderung des elektrischen Widerstandes stattfindet, beweist ferner, dass auch ein festes

in this direction. Until the establishment of definite knowledge concerning the nature of molten magmas we must proceed along the lines of analogy by applying to them such laws as may be found applicable to solutions that exist at lower temperatures and pressures.“

[1] Carl Barus and Joseph Iddings, „Note on the change of electric conductivity observed in rock magmas of different composition on passing from liquid to solid.“ Am. Journ. Science 1892.

Digitized by Google

Glas eine Lösung ist mit nur graduellen Unterschieden dem geschmolzenen Glas gegenüber[1].

Die Entstehung chemisch differenter Gesteine aus einem gemeinsamen Magma erklärt in demselben Jahre F. Becker[2] ohne Anwendung einer Spaltungshypothese. Er denkt sich das Magma als Gemisch zweier oder mehrerer Flüssigkeiten von verschiedenem Schmelzpunkt. Beim Erkalten der Masse werden sich zuerst an den kälteren Randzonen Krystalle der am schwersten schmelzbaren Substanz bilden. Durch Convectionsströme wird denselben immer mehr Substanz zugeführt. Bei weiterer Abkühlung oder bei Änderung des Druckes kommt es zur Abscheidung der nächsten Substanz u. s. f. bis zum Schluss in der Mitte oder an der wärmsten Stelle ein eutektisches Gemisch zurückbleibt, d. h. ein Gemisch, das beim Erstarren Krystalle von der Zusammensetzung der Flüssigkeit liefert. Dieses letzte Krystallisationsproduct hat wie alle eutektischen Gemische den niedrigsten Schmelzpunkt aller möglichen Gemische. Hinderlich ist der fractionirten Krystallisation natürlicherweise grosse Viscosität des Magmas, sehr schnelle und sehr langsame (?) gleichmässige Abkühlung. — Zum Schluss seiner Arbeit regt Becker ein Studium der eutektischen Silicatgemische an; dasselbe wird später zur Erklärung der Saigerungsvorgänge dienen können.

Michel-Lévy[3] bestreitet 1897 die Anwendbarkeit des Soret'schen Princips auf Silicatschmelzflüsse, wie sie von Teall, Brögger, Iddings angenommen wurde. Er unterscheidet vier Hauptmagmen, aus denen sich die Eruptivgesteine zusammensetzen, ein alkalisches, ein alkalisch-erdiges, ein erdig-alkalisches und ein Magnesia-Eisen-Magma. Diese Hauptmagmen weichen z. Th. wesentlich von den Kernen Rosenbusch's ab. Die verschiedene Zusammensetzung der Gesteine könne im Wesentlichen zurückgeführt werden auf Aus-

---

[1] Diese Auffassung stimmt auch überein mit der von Schott (Pogg. Ann. **154**. 422) angegebenen und von Lagorio (op. cit.) übernommenen Definition.

[2] George F. Becker, „Fractional Crystallization of Rocks." Am. Journ. Science. 1897.

[3] A. Michel-Lévy, „Sur la classification des magmas des roches éruptives." Bull. Soc. Géol. France. **25**. 1897.

Digitized by Google

stossungen aus dem von Schlacke umgebenen Eisenkern der Erde, auf Umschmelzung älterer Gesteine durch die Eisen-Magnesia-Schlacke des Kerns und auf die Thätigkeit von Lösungsmitteln, welche Alkalimetalle, Silicium und Aluminium je nach Umständen zuführen und entziehen (Ref. von H. Behrens in dies. Jahrb. 1898. II).

Brögger[1] findet 1898 bei der Betrachtung des Laurdalits und seines Ganggefolges, dass sich die Zusammensetzung der Gangmagmen aus der des Laurdalitmagmas durch Addition und Subtraction bestimmter stöchiometrischer Verbindungen ergiebt; „gewisse stöchiometrische Verbindungen sind hinzudiffundirt, während gleichzeitig andere abgeführt wurden." Es sollen sich in dem durch das vorhandene Wasser leichtflüssigen Magma die SiO_2-armen Fe-, Mg-, Ca-Silicate in der einen und die SiO_2-reichen Alkali-Thonerde-Silicate in der anderen Richtung bewegt haben. Er sagt: „Der eine Kernpunkt der ganzen Hypothese ist die Annahme, dass die Verbindungen, welche bei der Differentiation des Magmas die Diffusionsbewegung vermittelt haben, der Hauptsache nach dieselben stöchiometrischen Verbindungen gewesen sind, welche wir in den Mineralien der Eruptivgesteine vorfinden. . . Die Zusammensetzung der Hauptkerne der Eruptivmagmen sind aller Wahrscheinlichkeit nach Verbindungen gewesen, welche auch aus den Mineralien der Eruptivgesteine bekannt sind." — Auch eine Differentiation durch elektrische Ströme, durch Elektrolyse, liegt nach der Ansicht Brögger's nicht ausser dem Bereich der Möglichkeit.

Loewinson-Lessing[2] erkennt als Ursache der magmatischen Differentiation nur die Einschmelzung grösserer Massen des Nebengesteins an, die Differentiation selbst findet wesentlich durch Liquation statt. (Ref. von L. Milch, dies. Jahrb. 1899. II.) Die Gründe, die ihn zu dieser Annahme führen, sind in seinen Studien über Eruptivgesteine[3] dargestellt. In

[1] W. C. Brögger, „Das Ganggefolge des Laurdalits." Christiania 1898.

[2] F. Loewinson-Lessing, „Études de pétrographie générale avec un mémoire sur les roches éruptives d'une partie du Caucase central." Trav. Soc. Nat. Pétersbourg. 26. 1898.

[3] F. Loewinson-Lessing, „Studien über die Eruptivgesteine." Compt. rend. VII. sess. congr. géol. intern. Pétersbourg 1899.

Digitized by Google

dieser Arbeit bringt er ausführlich in kritischer Beleuchtung die bisher veröffentlichten Ansichten über die magmatische Differenzirung und giebt im Anschluss daran seine Meinung kund, die eine Versöhnung zwischen der reinen Diffusionstheorie und der osmotischen oder Assimilationstheorie herbeiführt, indem sie deren gleichzeitige Wirkung verlangt. Er denkt sich die Differentiation veranlasst durch die, durch das Einschmelzen grösserer Mengen des Nebengesteins herbeigeführte, Änderung in der chemischen Zusammensetzung des Magmas und durch Änderung von Druck und Temperatur. Er ist jedoch der Meinung, dass zum vollständigen Verständniss der Differentiationsvorgänge experimentelle Studien nöthig sein werden. Zum Schluss seiner hochinteressanten Ausführungen weist Loewinson-Lessing auf die Anwendbarkeit der Phasenregel auf die Silicatschmelzflüsse hin. Besonderes Interesse verdient die Betrachtung der Bedeutung des Wassers im Magma vom Standpunkt der Phasenlehre aus. Denkt man sich das Wasser nicht chemisch gebunden, so ist sein Einfluss auf Vorgänge im Magma gleich Null. Denn, „wenn im System irgend ein Stoff nur in einer Phase vorkommt, welche keinen anderen Stoff enthält, so stört nicht die Entfernung dieser Phase die bis hierzu vorhanden gewesenen Gleichgewichtsbedingungen". Der Einfluss des Wassers ist also ein rein mechanischer, da der Wasserdampf die Viscosität des Magmas verringert.

Mit wenigen Worten streift Loewinson-Lessing die Spaltung der Magmen in dem „zur Chemie der Magmen" betitelten Abschnitt seiner „Kritischen Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine[1]." Er ist der Meinung, „dass eine Übersättigung des Magmas mit einer Gruppe von Basen sich oft nicht durch ein einfaches Ausscheiden des Überschusses ausgleicht, sondern in vielen Fällen eine Spaltung auf irgend welche Weise hervorbringen muss". Erwünscht wären experimentelle Daten über die maximale Löslichkeit von Oxyden in Silicaten. Die maximalen und minimalen Vorkommen von Oxyden in natürlichen Silicaten sind von ihm in einer kleinen Tabelle zusammengestellt. (Vergl. Referat von G. Linck, dies. Jahrb. 1902. I.)

[1] Min. u. petr. Mitth. 19. 1900. p. 299.

Digitized by Google

Józef Morozewicz bringt in seiner Arbeit über die Bildung der Minerale im Magma[1] ein sehr reichhaltiges Material über die Krystallabscheidung in künstlichen Silicatschmelzflüssen. Seine Untersuchungen werden ebenso wie die Vogt's[2] voraussichtlich bei der Lösung der Spaltungsfrage noch einmal zu grosser Bedeutung gelangen. Auf das Spaltungsproblem geht er im Schlusswort seiner Arbeit kurz ein; er versucht indessen nicht, eine Lösung desselben zu geben. Dass eine Spaltung eintritt, erscheint ihm nach den Untersuchungen Brögger's und Vogt's unzweifelhaft, aber „was die unmittelbaren, die Differenzirung hervorrufenden Ursachen betrifft, so bleiben sie so gut wie völlig unbekannt". Er will jedoch eine Differenzirung eines homogenen Glases in einem Wannenofen der Targóweker Glasfabrik nachgewiesen haben, indem sich die unterste Schicht des Glases beim Ablassen stets Ca-, Mg- und Fe-reicher zeigte als die anderen.

Vogt[3] hebt 1900 hervor, dass im Einklang mit seinen früheren Untersuchungen die durch magmatische Differentiation gebildeten Eisenerzvorkommnisse an „basische" Eruptivgesteine gebunden sind. Die zugehörigen Gesteine zeigen bei Titaneisenerzabsonderungen höchstens 57—59 % SiO_2, in der Mehrzahl nur 48—54 %. Chromeisenerzaussonderungen sind gesetzmässig an noch SiO_2-ärmere Eruptivgesteine mit im Allgemeinen 43—45 % SiO_2 geknüpft. — Er wiederholt ferner die bereits früher gegebenen Beweise, dass die Titaneisenerzvorkommen der „basischen" und „intermediären" Eruptivgesteine durch magmatische Differentiationsprocesse entstanden sind. „Es ist dabei besonders auf folgende Momente Gewicht zu legen:

1. die hier besprochenen Titaneisenerzlagerstätten sind constant, also gesetzmässig an basische und intermediäre Eruptivgesteine, und zwar namentlich an Gabbrogesteine nebst Labradorfelsen, gelegentlich auch an Nephelinsyenite,

[1] Józef Morozewicz, „Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma." Min. u. petr. Mitth. 18. 1899.

[2] J. H. L. Vogt, „Beiträge zur Kenntniss der Mineralbildung in Schmelzmassen in den neovulcanischen Ergussgesteinen." Christiania 1892.

[3] J. H. L. Vogt, „Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen." Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1900.

Digitized by Google

wohl auch hie und da an andere nahestehende Eruptivgesteine geknüpft;

2. jede Art von Eruptivgestein wird im Allgemeinen durch eine bestimmte Aussonderungsreihe gekennzeichnet;

3. zwischen den Lagerstätten und ihren Muttergesteinen (oder Nebengesteinen) lassen sich in vielen Fällen schrittweise petrographische Übergänge nachweisen;

4. es existirt eine intime chemische Blutsverwandtschaft (consanguinity) zwischen den Eruptivgesteinen und den in denselben auftretenden Erzlagerstätten;

5. die verschiedenen Differentiationsstufen mit Anreicherung von Eisen-Titan-Oxyden (nebst Cr_2O_3, V_2O_5) und Eisenmagnesiumsilicat, welches in einigen Fällen kalk- und thonerdehaltig ist, im Schlussstadium oftmals auch von Thonerde (oder Aluminat), sind von gesetzmässiger Natur;

6. wo die Titaneisenerzlagerstätten eine hinreichende Menge von Silicat oder Aluminat führen, ergiebt sich aus der Structur, dass die Gesteine durch Erstarrung aus Magmen hervorgegangen sind;

7. pneumatolytische Mineralien fehlen durchgängig."

Am Schlusse seiner äusserst interessanten Arbeit stellt der Verfasser „theoretische Betrachtungen über die magmatische Differentiation auf Grundlage der bei den Titaneisenerzausscheidungen gemachten Erfahrungen" an. Nach den Untersuchungen von Barus und Iddings (s. o.) sind Silicatschmelzflüsse Elektrolyte. Es gelten also alle für diese anwendbaren Gesetze, z. B. van't Hoff's Gesetz, Gouy und Chaperon's Gesetz, Berthelot's Gesetz, auch für die Magmen. Die Gültigkeit der Gesetze der chemischen Massenwirkung (oder des chemischen Gleichgewichts) für die magmatischen Differentiationsvorgänge ergiebt sich nach Vogt aus folgenden drei, voneinander unabhängigen Argumenten:

1. „Die Mineralbildung im Silicatschmelzfluss wird . . . namentlich durch die chemische Massenwirkung (beeinflusst durch Druck, Temperatur, vorhandenes Wasser etc.) in dem Silicatschmelzfluss bedingt; die Differentiationsfolge geht im grossen Ganzen gerechnet mit der Krystallisationsfolge parallel; also muss auch die Differentiation von der chemischen Massenwirkung abhängig sein.

Digitized by Google

2. Die Untersuchung einer sehr weit verlaufenden Differentiation — z. B. vom Gabbromagma bis zu einer Erz-Diallagit-Hypersthenit- oder Olivinitaussonderung und ausserdem zu einer Erz-Spinellit- oder Korunditaussonderung — lehrt uns, dass die Natur des Concentrationsproductes auf den verschiedenen Zwischenstadien sich ändert, oft sogar sehr stark, und zwar derart, dass die Zusammensetzung des Theilmagmas auf jedem Stadium für den weiteren Verlauf der Concentration maassgebend ist. Mit anderen Worten, die Differentiation ist eine Function der Gesammtzusammensetzung des Theilmagmas, was sich am einfachsten durch die chemische Massenwirkung erklären lässt.

3. Ausserdem kommt der experimentell von Barus und Iddings gelieferte Beweis, dass die Silicatschmelzflüsse den elektrischen Strom leiten, hinzu; d. h. die Gesetze der Elektrolyte, darunter auch das Gesetz der chemischen Massenwirkung, müssen für die Silicatschmelzlösungen gelten."

Schliesslich betrachtet er die Differentiationserscheinungen: „Es ist dabei namentlich an folgende Factoren zu denken:

Die chemischen Verwandtschaftseigenschaften (oder die chemische Massenwirkung) bei dem herrschenden Druck, Temperatur u. s. w. und bei Gegenwart von aufgelöstem Wasser und (anderen) sogen. „agents minéralisateurs";

Einfluss von Unterschieden der Temperatur (oder osmotischem Druck), der Schwere u. s. w.;

Viscositäts- und Schmelzbarkeitsgrade, Diffusionsgeschwindigkeit, Löslichkeitseigenschaften u. s. w.;

Magnetische (?) und elektrische Erscheinungen;

Weiter kann man ziemlich sicher davon ausgehen, dass es noch eine nicht unwesentliche Anzahl von Factoren giebt, die bisher gar nicht berücksichtigt worden sind."

Das van't Hoff'sche Gesetz (Soret's Princip der früheren Autoren) ist zweifellos gültig; jedoch ist die quantitative Wirkung desselben nicht sehr gross. Auch Gouy und Chaperon's Gesetz wird quantitativ bei der Differentiation eines kleinen Magmas, eines Lakkoliths z. B., keine grosse Rolle gespielt haben. Ebenso wird das Berthelot'sche Gesetz nicht das Wesentliche in der Differentiation erklären können. Die Elektrolyse eines Magmas durch dauerhafte

Digitized by Google

elektrische Erdströme, thermoelektrischen oder anderen Ursprungs (Brögger), wird wohl auch nicht von grosser Bedeutung sein; es wäre durch Elektrolyse z. B. nicht die Anreicherung von Apatit in einzelnen Theilen eines Magmas, bezw. in einzelnen aus einem Magma entstandenen Gesteinen, erklärlich. Denn bei der Elektrolyse von $Ca_3(PO_4)_2$ tritt eine Aufspaltung ein, indem Ca an die Kathode und PO_4 an die Anode wandert. Vielleicht beruhe die Ausscheidung der Platinmetalle, also der Metalle mit niederen Affinitäten auf elektrischen Strömen. — Der chemische Einfluss des Wassers bei Veränderung des Druckes und der Temperatur ist bisher unaufgeklärt und nur hypothetisch[1]; das Wasser hat indessen nach der Auffassung Vogt's die Hauptrolle bei der Differentiation gespielt. Er giebt seine Ansicht über den Vorgang in folgenden Worten wieder: „Die magmatische Differentiation beruht auf einer Concentration der zuerst krystallisirenden Bestandtheile, sowie der löslichen „Salze"; die Beziehung zwischen diesen „Salzen" und dem „Lösungsmittel", in welch letzteres das Wasser hineingeht, wird von dem magmatischen Wasser in hohem Grade beeinflusst; das Wasser fungirt als eine in Bezug zur Kieselsäure ziemlich kräftige Säure, sc. in der Massenwirkung wird das Wasser sozusagen einen Theil der Kieselsäure — und zwar nicht wenig — ersetzen; je mehr Wasser, je mehr werden die löslichen „Salze" von dem kieselsäurehaltigen „Lösungsmittel" abgetrennt, und zum Schluss macht das Wasser die Basen, wie beispielsweise Eisenoxyd, völlig frei; mit dem Wasser zusammen können folglich die „Salze", darunter auch freie Basen (wie Eisenoxyd u. s. w.) transportirt werden." — Bei den sulfidischen Erzabscheidungen sei an eine gemeinsame Einwirkung von Schwefel und Wasser zu denken, während ausser Wasser im Allgemeinen sicher auch CO_2, F, Cl, B einen, wenn auch quantitativ viel geringeren Einfluss ausgeübt haben werden.

Eine werthvolle Reihe von Versuchen veröffentlichte C. Doelter[2] im Jahre 1901. Er stellte die Schmelzpunkte

[1] Vergl. Svante Arrhenius, „Zur Physik des Vulcanismus." Geol. Fören. Forhandl. 22. 395. 1900; dies. Jahrb. 1901. II. -370-.

[2] C. Doelter, „Über die Bestimmung des Schmelzpunktes bei Mineralien und Gesteinen." Min. u. petr. Mitth. 1901.

Digitized by Google

einer grossen Reihe von Mineralien und Gesteinen fest. Dabei unterscheidet er für jedes Mineral 3 Temperaturen: 1. den Schmelzpunkt (= Erweichungstemperatur = Temperatur der Zerstörung des Moleculargerüstes), 2. den Eintritt der Dünnflüssigkeit und 3. den Erstarrungspunkt. Für Gesteine giebt es natürlicherweise keinen scharfen Schmelzpunkt, „sie verhalten sich wie Gemenge, der zuerst schmelzbare Bestandtheil löst bei steigender Temperatur immer grössere Mengen der anderen auf.“ In einer zweiten Abhandlung[1] giebt er nach einer genaueren Methode erzielte Resultate wieder. Es tritt Erweichen bezw. Flüssigwerden bei den schwerst schmelzbaren von ihm untersuchten Gesteinen bei ca. 1250° ein.

Eine ähnliche Versuchsreihe veröffentlichte Brun[2] im Jahre 1902. Beide Arbeiten werden voraussichtlich in späteren Zeiten bei einer Erklärung der Spaltungsvorgänge von Werth sein.

Im Anschluss an diese Arbeiten stellte Doelter Untersuchungen über den Einfluss des Schmelzpunktes auf die Löslichkeit der Minerale im Magma an[3]. Seiner Meinung nach hängt die Löslichkeit ab

1. vom Drucke,
2. von der chemischen Zusammensetzung des Magmas,
3. von der Temperatur des Magmas,
4. von der Eigenschmelzbarkeit der Mineralien und
5[4]. von der Härte des zu lösenden Minerals[5].

---

[1] Min. u. petr. Mitth. 1902.

[2] Albert Brun, „Étude sur le point de fusion des minéraux . . .“ Genf 1902.

[3] C. Doelter, „Die Schmelzbarkeit der Mineralien und ihre Löslichkeit im Magma.“ Min. u. petr. Mitth. 1901.

[4] C. Doelter, „Über einige petrogenetische Fragen.“ Centralbl. f. Min. etc. 1902.

[5] Leider sind die angestellten Versuche nicht quantitativ ausgeführt, lassen also genaue Schlussfolgerungen nicht zu. — Was Punkt 4 anbetrifft, so dürfte Verfasser wohl im Irrthum sein. Denn m. E. entsteht bei der Lösung eines Minerals in einem Silicatschmelzfluss, wie viele experimentelle Untersuchungen beweisen, im Allgemeinen ein neues Silicat, dessen Schmelzfluss unter dem des zugesetzten Minerals liegen kann. Natürlicherweise wird die Lösung — vorausgesetzt, dass überhaupt eine solche eintritt — schneller erfolgen, wenn das zugesetzte Mineral flüssig wird, als wenn es fest bleibt; dies dürfte aber auch der

Digitized by Google

In einer für die Betrachtung der Spaltungsvorgänge wichtigen Arbeit versucht DOELTER die Dichte flüssiger und fester Mineralien festzustellen[1]. Die Versuche sind insofern äusserst interessant, als sie gestatten würden, den Einfluss des Druckes auf den Schmelzpunkt von Silicaten zu ermitteln. — Das specifische Gewicht der Schmelzflüsse wird festgestellt, indem Indicatoren von bekanntem specifischen Gewicht und hohem Schmelzpunkt in die Flüssigkeit eingetaucht werden; das specifische Gewicht des Glasflusses liegt dann zwischen dem des letzten schwimmenden und dem des ersten zu Boden sinkenden Indicators. Der Verf. kommt zu dem Schluss, dass ein flüssiges Silicat specifisch leichter ist als ein festes Gestein von derselben Zusammensetzung, dass also Gesteine bei der Verfestigung eine Contraction erleiden[2].

DOELTER behandelt ferner im Jahre 1902 kurz die Differentiation der Magmen[3]. Er beschränkt sich indes darauf, die Ansichten BRÖGGER's, VOGT's, IDDINGS', MICHEL-LÉVY's u. a. wiederzugeben, ohne Neues zu bringen. Seiner Meinung nach müsse man der Differentiation durch Elektrolyse (BRÖGGER) in Zukunft grössere Aufmerksamkeit schenken und man dürfe den Einfluss der Circulation des Wassers und der Einwirkung der Dämpfe unter Druck nicht vernachlässigen.

In seinen petrogenetischen Fragen (l. c.) thut DOELTER der Differentiation mit einigen Worten Erwähnung. Er glaubt,

---

einzige Einfluss des Schmelzpunktes auf die Löslichkeit sein. (Vergl. auch BRAUNS, Chem. Mineralogie. p. 303.)

Zu 5. möchte ich nur bemerken, dass der Einfluss der Härte auf die Löslichkeit theoretisch kaum erklärlich sein dürfte, und dass DOELTER's Resultate wohl rein zufällige sind, da die angewandten Magmen für die betreffenden Mineralien unter den Versuchsbedingungen jedenfalls fast gesättigt waren.

[1] C. DOELTER, „Die Dichte des flüssigen und festen Magmas." Dies. Jahrb. 1901. II.

[2] Leider haftet den Versuchen ein principieller Fehler an, indem DOELTER das specifische Gewicht der Indicatoren bei gewöhnlicher Temperatur in Rechnung zieht und nicht dasjenige, das sie bei der Versuchstemperatur angenommen haben. Ferner vergleicht er das specifische Gewicht der Gesteine bei gewöhnlicher Temperatur mit dem der Schmelze bei hoher Temperatur, was wohl kaum angängig ist.

[3] C. DOELTER, „Die chemische Zusammensetzung und die Genesis der Monzoni-Gesteine". Min. und petr. Mitth. 1902.

Digitized by Google

„dass dieselbe eigentlich nur der vollständig durchgeführte, chemisch-physikalische Process der Mineralausscheidung ist, d. h. eine Sonderung der Mineralien, welche im undifferenzirten Gestein nur zur Ausscheidung derselben, im differenzirten zur vollständigen Trennung führt, was im ersteren nur begonnen ist und im Kleinen durchgeführt, ist im letzteren im Grossen vollendet." Dabei glaubt er, „dass die sogenannten Kerne nichts anderes sind als die Mineralien selbst, wie dies Brögger wahrscheinlich gemacht hat. Daher das Auftreten von Labradoriten, Pyroxeniten, Feldspathiten, Hornblenditen." — „Was uns noch unverständlich erscheint, ist die Natur der Kraft, welche die Mineralien auseinandertreibt und in einigen Fällen zur vollständigen Sonderung führt. . ."

II.

Der vorangehende Literaturauszug bezweckt darzuthun, wie sich im Laufe des 19. Jahrhunderts der Begriff der Differentiation aus der Beobachtung des geologischen Auftretens und dem Vergleich der chemischen Zusammensetzung der Eruptivgesteine entwickelt hat. Er zeigt ferner, wie die Anschauungen über diesen Vorgang in den letzten Jahren immer präcisere Form angenommen haben, so dass sich jetzt hauptsächlich 5 Hypothesen über die Entstehung der Eruptivgesteine gegenüber stehen; es sind dies:

1. Die Liquations-(Saigerungs-)theorie Durocher's bezw. die fractionirte Krystallisation Becker's.
2. Die Theorien, die eine Spaltung eines flüssigen Magmas annehmen (Rosenbusch, Brögger, Vogt, Iddings etc.).
3. Die Einschmelzungstheorie.
4. Die Mischungstheorie.
5. Die Umschmelzungstheorie.

Den modernen Vertretern aller dieser Theorien ist jedoch der Gedanke gemeinsam, dass reine Speculation und das Studium der fertigen Gesteine wohl unsere Kenntnisse über die Differentiation fördern können, dass aber die endgültige Lösung der Frage nur von dem Experiment zu erwarten ist.

Ehe man sich definitiv für die eine oder die andere dieser oder neuer Theorien entscheiden kann, wird man

Digitized by Google

zuförderst die Löslichkeitsverhältnisse der gesteinsbildenden Oxyde in Silicaten feststellen müssen, damit das Hauptgesetz der Lösungen, die Gibbs'sche Phasenregel, auf die Silicate anwendbar wird[1]. Einen Beitrag dazu zu liefern, sind die nachstehend beschriebenen Versuche bestimmt.

A. Ausgangsmaterial.

Die angestellten Versuche sollen die Grenze der Aufnahmefähigkeit eines Silicates für an seiner Zusammensetzung theilnehmende Elemente bei constanter Temperatur und bei constantem Druck feststellen. — Das Ausgangsmaterial sollte ein Glas von der Zusammensetzung eines Eruptivgesteines liefern. Da eine grössere Menge desselben hergestellt werden musste, wurde die Anfertigung einer Glasfabrik[2] übertragen. Die Wahl des Gesteines erfolgte seitens der Glasfabrik nur von dem Gesichtspunkt der Schmelzbarkeit aus. Dieselbe fiel auf einen Eläolithporphyr von Beemerville N. J., U. S. A., dessen Zusammensetzung in Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, 2. Aufl., p. 205, wie folgt angegeben ist:

SiO_2	45,18
Al_2O_3	23,31
Fe_2O_3, FeO	6,11
MgO	1,45
CaO	4,62
Na_2O	11,16
K_2O	5,94
Glühverlust	1,14
	98,91

Die mineralogische Zusammensetzung dieses Gesteines ist nicht besonders angeführt; es ist mir auch nicht gelungen, in der deutschen Literatur eine genauere Angabe derselben zu finden.

---

[1] Ähnliche Untersuchungen verlangen Lagorio (l. c.) und Loewinson-Lessing. Krit. Beitr. z. Syst. d. Erupt.-Gest.

[2] Die Herstellung des Glases übernahm in freundlicher Weise die Firma Schott & Gen. in Jena; es sei mir gestattet, derselben hier meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Zu besonderem Dank bin ich Herrn Dr. E. Zschimmer verpflichtet, der mir bei der Ausführung der Versuche mit Rath und That zur Seite stand.

Digitized by Google

Die Rohmaterialien: Hohenbockaer Sand, Thonerdehydrat, Eisenoxyd, Magnesiumoxyd, Kalkspath, Soda und Pottasche, wurden in der bei der Glasfabrikation üblichen Weise gemengt und während 60 Stunden in einem verdeckten Hafen im Siemens-Regenerativofen geschmolzen. Es resultirte ein völlig homogenes dunkelbraungrün gefärbtes Glas mit der Zusammensetzung

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	46,2	765	54,2
Al_2O_3	23,8	233	16,5
Fe_2O_3	5,5	34	2,4
FeO	0,7	10	0,7
MgO	1,5	37	2,6
CaO	4,7	84	5,9
Na_2O	11,5	115	13,1
K_2O	6,0	64	4,5
	99,9		

Das specifische Gewicht, bestimmt nach der Schwebemethode in THOULET'scher Lösung, betrug 2,582, die Härte $5\frac{1}{2}$.

B. Apparate.

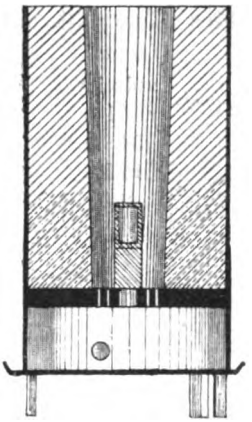
Einige Schwierigkeiten machte die Wahl des Schmelzofens, da beabsichtigt war, stets bei möglichst gleichen Temperaturen zu arbeiten. Vorversuche mit einem Fletcher-Ofen zeigten, dass es unmöglich ist, in demselben an verschiedenen Tagen gleiche Temperaturen zu erzielen, obgleich die Bedingungen möglichst gleich gemacht, d. h. Gas- und Luftdruck in kürzeren Intervallen controlirt und regulirt wurden. Am besten geeignet erwies sich schliesslich ein DEVILLE'scher Ofen, wie er vom chemischen Laboratorium für Thonindustrie von Prof. Dr. H. SEGER und E. CRAMER in Berlin für Feuerfestigkeitsbestimmungen von Thonen geliefert wird, trotzdem bei demselben der Tiegel während des Erhitzens nicht zugänglich ist.

Der Ofen[1] besteht aus einem hohlen Cylinder von feuerfestem Material, der unten durch eine starke eiserne Platte

[1] Diese Beschreibung ist der Thonindustriezeitung No. 50, 1893, entnommen.

Digitized by Google

begrenzt wird. Diese Platte hat in der Mitte eine Öffnung von 3 cm Durchmesser, um die herum zwei Reihen feinere Löcher von 6 mm Bohrung in gleichem Abstand vertheilt sind. Der 35 cm hohe feuerfeste Cylinder ist mit einem eisernen Mantel umgeben, welcher über die gelochte Platte um 8 cm hinausragt und auf einem Eisenteller mit drei Füssen ruht, die in der Zeichnung als abgebrochen wiedergegeben sind. Der Raum zwischen Teller und Bodenplatte hat seitlich eine runde Öffnung von 25 mm Weite, durch welche Luft mittelst eines cylindrischen Blasebalges von 50 cm Durchmesser unter Druck eingeführt wird. Den überstehenden aufgebogenen Rand des eisernen Tellers verschmiert man mit einem stark sandigen nicht schwindenden Thon, damit hier die eingeblasene Luft nicht entweichen kann. Der Brennraum ist schwach conisch und hat unten 9 cm, oben 11 cm Durchmesser. Die ca. 6 cm starke feuerfeste Ausfütterung des Ofens besteht bis zu ca. 12 cm Höhe aus sintergebranntem Magnesit der Carl Spaeter'schen Magnesitwerke in Veitsch in Steiermark. Der übrige Theil des Futters ist mit einem Gemisch von 90 Theilen sintergebranntem Magnesit und 10 Theilen Zettlitzer Kaolin ausgestampft. Ein solches Futter ist ungemein widerstandsfähig und ausdauernd. Zur Herstellung der Versuchstiegel wird ein stark gebrannter Chamotte aus gleichen Theilen Aluminiumoxyd und Zettlitzer Kaolin benutzt, der mit einem zum Formen erforderlichen Zusatz von Zettlitzer Kaolin verarbeitet wird. Ihre Feuerfestigkeit ist so hoch, dass der Seger'sche Brennkegel 36 (Rakonitzer Thonschiefer) völlig niedergeschmolzen werden kann, ohne dass die Tiegel Schmelzerscheinungen zeigen. In diese Versuchstiegel, deren innerer Durchmesser 3,5 cm und deren Höhe 5 cm beträgt, wurden die Porcellantiegel eingesetzt, in denen das Schmelzen vorgenommen wurde (s. w. u.). Die Tiegel stehen nicht direct auf der Eisenplatte, sondern auf einem Untersatz von 50 mm Höhe auf. Da ein maschinelles



Digitized by Google

Gebläse nicht zur Verfügung stand, wurde dem Ofen die Luft durch einen Blasebalg, wie er von der oben erwähnten Firma zu dem Ofen mitgeliefert wird, zugeführt. Als Heizmaterial diente Retortengraphit, zum Entzünden desselben Holzkohle und Papier.

Das Entzünden und Heizen wurde nach folgendem Schema betrieben:

Zeit in Minuten	Feuerungsmaterial	Luft in Blasebalg-füllungen pro Minute
1	ca. 25 g Papier, 200 g Holzkohle, 450 g Retortengraphit	24
10	450 g „	12
20	300 g „	12
40	300 g „	12
60	250 g „	12 bis
75		

Die dabei erreichte Temperatur wurde mit Seger-Kegeln bestimmt. Es zeigte sich bei über die ganze Versuchsreihe vertheilten Temperaturmessungen, dass gewöhnlich Kegel 15, manchmal auch 16 erschmolzen wurde. Die erreichte Höchsttemperatur betrug also mit einem maximalen Fehler von $\pm 20^0$ 1450^0.

Besonders unangenehm bemerkbar machte sich der Schwefelgehalt des Graphits, bezw. die beim Verbrennen entstehende schweflige Säure; es musste, damit die Versuche im geschlossenen Raume vorgenommen werden konnten, der Ofen mit einem mit dem Schornstein in Verbindung stehenden Abzuge versehen werden.

C. Versuchsanordnung.

Das Ausgangsmaterial wurde in einem eisernen Mörser gepulvert und durch ein Sieb von 225 Maschen pro Quadratcentimeter gesiebt. Vom Mörser abgelöste Eisentheile wurden mit dem magnetischen Messer entfernt. Das Glaspulver und die zugesetzte Substanz wurden nach dem Abwiegen auf einem Glanzpapier gemischt und in einem Achat-

Digitized by Google

mörser verrieben. Die Schmelzung erfolgte dann in einem Rose'schen Porzellantiegel von ca. 16 ccm Fassungsraum. — Es ist unbedenklich Porcellantiegel zu verwenden, da die Substanzaufnahme aus einem solchen, sobald die Basicität des Glases nicht zu gross ist, so gering ist, dass sie vernachlässigt werden kann. Am deutlichsten zeigt sich dies in Dünnschliffen, an denen noch die Tiegelwand erkennbar ist; diese zeigt nie Resorptionserscheinungen[1].

Nach dem Schmelzen wurde der Tiegel aus dem Ofen genommen, der Deckel entfernt, mittelst der Zange schnell einige Fäden aus der flüssigen Masse gezogen und der Porcellantiegel möglichst schnell in kaltem Wasser gekühlt, um eine Krystallisation der Schmelze zu verhindern. — Das Ausziehen des flüssigen Glases in Fäden ist ein altbekanntes Hilfsmittel der Glasschmelzer, um zu erkennen, ob ein Glas völlig durchgeschmolzen ist. Hat sich ein Bestandtheil nicht ganz gelöst, so ist dies sofort an Knötchen im Faden bemerkbar. Diese Probe ist eben so scharf wie die Untersuchung eines Splitters oder eines Dünnschliffes der Schmelze u. d. M. und ist deshalb bei den folgenden Versuchen stets angewendet worden. Zur Controle wurden von einzelnen Schmelzen Dünnschliffe angefertigt und u. d. M. untersucht; das Ergebniss war stets das Gleiche wie beim Faden. — Der Gang bei den Versuchen war folgender: Es wurde eine Schmelze hergestellt, die den Zusatz völlig aufnahm, darauf eine solche, die nicht mehr durchschmolz. Dann wurde als Menge des Zusatzes das Mittel der beiden vorigen Quantitäten genommen u. s. f. bis die Differenz nur noch 0,1—0,2 % betrug. Die letzten ausschlaggebenden Versuche wurden oft mehrfach (2—3 Mal) ausgeführt. Das letzte durchgeschmolzene Glas wurde als gesättigt betrachtet.

---

[1] Józef Morozewicz (Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma. Min. u. petr. Mitth. 18. 1889. p. 19) kommt zu dem Resultat, dass Kalk-Alkalimischungen, die reich an Thonerde sind, den Thontiegel selbst nach andauerndem Glühen nicht angreifen, gleichgiltig, ob sie an Kieselsäure sehr reich oder verhältnissmässig arm sind. Man könne überhaupt Mischungen von der Zusammensetzung $(K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,Al_2O_3\,.\,n\,SiO_2$, wo n 2—10 bedeutet, ohne jede Gefahr in Thontiegeln und bei allen Temperaturen schmelzen.

Digitized by Google

D. Ausgeführte Versuche.

1. Umschmelzung des Gesteins.

Das Glas war ruhig geflossen. Durch die Feuergase hatte beim Schmelzen eine theilweise Reduction des Eisenoxyds zu Oxydul stattgefunden. Die Zusammensetzung nach dem Umschmelzen war

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	46,2	765	53,8
Al_2O_3	23,8	233	16,4
Fe_2O_3	4.4	28	2,0
FeO	1,7	24	1,7
MgO	1,5	37	2,6
CaO	4,7	84	5,9
Na_2O	11,5	185	13,0
K_2O	6,0	64	4,5
	99,8		

Das specifische Gewicht betrug 2,581, hatte sich also nicht geändert[1].

2. Sättigung mit SiO_2.

Die Kieselsäure wurde dem Glas in feinst gepulvertem Quarzmehl zugesetzt. Die Durchmischung erforderte besondere Sorgfalt, da das Quarzpulver sich äusserst leicht zu kleinen Klümpchen zusammenballte. Durch den Zusatz von Kieselsäure schien der Siedepunkt des Glases herabgedrückt zu werden, denn es war immer starkes Schäumen eingetreten, so dass der Deckel des Schutztiegels meist fest mit diesem verkittet wurde. Es ist aber auch möglich, dass infolge der grösseren Viscosität des SiO_2-reichen Glases die Luftblasen nur schwer entweichen konnten und so das Glas an den Deckel emporgetrieben wurde. Es musste dann stets der Deckel durch Abschlagen mit einem Hammer entfernt und der Schutztiegel mitgekühlt werden, da die Glasmasse den Porcellantiegel fest mit dem Aussentiegel verkittete. Dieser war also stets nur einmal zu gebrauchen. — Die geringen Unterschiede in der Temperatur des Ofens bei verschiedenen Schmelzen

[1] Das specifische Gewicht der Fäden war stets um 2—3 Einheiten der 2. Decimale geringer als dasjenige von Splittern derselben Substanz. Es ist hier stets das letztere angegeben.

Digitized by Google

waren nicht von merklichem Einfluss auf die Aufnahmefähigkeit des Glases, denn zwei- oder dreimal wiederholte Versuche gaben stets dasselbe Resultat. Es ergab sich, dass eine Mischung von 69,9 Theilen Gestein und 30,1 Theilen Quarzpulver noch gerade durchgeschmolzen werden konnte. Die Zusammensetzung der erhaltenen Schmelze war

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	62,4	1033	69,3
Al_2O_3	16,6	162	10,9
Fe_2O_3	2,9	18	1,2
FeO	1,4	19	1,3
MgO	1,0	25	1,7
CaO	3,3	59	4,0
Na_2O	8,0	129	8,7
K_2O	4,2	45	3,0
	99,8		

Das specifische Gewicht betrug 2,367.

3. Sättigung mit Al_2O_3.

Der Zusatz war ein Thonerdehydrat mit einem Gehalt von 61,9 % Al_2O_3 (bezogen auf lufttrockene Substanz, wie sie zu den Schmelzen verwendet wurde). Das Glas floss ruhig, ein Anschmelzen des Deckels fand nicht statt. Es nahmen auf 91,8 Theile Gestein 8,2 Theile Al_2O_3. Das gesättigte Glas hatte ein spec. Gew. von 2,590 und folgende Zusammensetzung:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	42,4	702	50,6
Al_2O_3	30,1	295	21,3
Fe_2O_3	4,0	25	1,8
FeO	1,7	24	1,7
MgO	1,4	35	2,5
CaO	4,3	77	5,6
Na_2O	10,6	171	12,3
K_2O	5,5	58	4,2
	100,0		

4. Sättigung mit Fe_2O_3.

Der Zusatz war ein Eisenhydroxyd mit einem Gehalt von 78,35 % Fe_2O_3. Bei Schmelzen mit überschüssigem Fe_2O_3

Digitized by Google

erfolgte die Abscheidung stets in schön ausgebildeten Krystallskeletten von Magneteisen[1]. Es nahmen auf 91,0 Theile Gestein 9,0 Theile Fe_2O_3. Die Zusammensetzung des gesättigten Glases war also:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	42,0	695	51,1
Al_2O_3	21,7	212	15,6
Fe_2O_3	11,8	74	5,4
FeO	2,9	40	2,9
MgO	1,4	35	2,6
CaO	4,3	77	5,7
Na_2O	10,5	169	12,4
K_2O	5,5	58	4,3
	100,1		

Das specifische Gewicht betrug 2,676.

5. Sättigung mit FeO.

Es wurde ein allerdings schon z. Th. in Oxyd übergegangenes Oxydul zugesetzt. Die Zusammensetzung desselben war:

Fe_2O_3	50,09
FeO	44,96
H_2O	4,95
	100,0

Besonderen Werth auf die Oxydfreiheit des Oxyduls zu legen, schien unnöthig, da der Einfluss der Feuerungsgase auf die Schmelze bei den einzelnen Versuchen verschieden war. Es nahmen 91,76 Theile Gestein 8,24 Theile des Zuschlages, also 4,34 Theile Fe_2O_3 und 3,90 Theile FeO auf. Die Zusammensetzung nach dem Schmelzen war:

---

[1] Vergl. J. H. L. Vogt, „Beiträge zur Kenntniss der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulcanischen Ergussgesteinen." I. Heft. Christiania 1892, und den Auszug daraus bei R. Brauns, „Chemische Mineralogie". Leipzig 1896. „Das Eisenoxyd scheidet sich nicht frei aus, wenn die Schmelzmassen Eisenoxydul in so reichlicher Menge führen, dass der ganze Oxydgehalt zur Bildung von Magnetit verbraucht werden kann . . ., nur in den basischen Schmelzmassen, die ziemlich wenig FeO enthalten, ... ist die Ausscheidung des Oxyds in freiem Zustand als Eisenglanz zu erwarten.

Digitized by Google

		Mol.-Prop. ×1000	reducirt auf 100
SiO_2	42,4	702	49,5
Al_2O_3	21,8	213	15,0
Fe_2O_3	4,4	28	2,0
FeO	9,6	133	9,4
MgO	1,4	35	2,5
CaO	4,3	77	5,4
Na_2O	10,6	171	12,1
K_2O	5,5	58	4,1
	100,0		

Specifisches Gewicht = 2,686.

6. Sättigung mit MgO.

Das zugesetzte Magnesiumoxyd hatte einen Gehalt von 95,4 % MgO. Die Aufnahmefähigkeit war sehr gering; es schmolz gerade noch durch eine Mischung von 97,6 Theilen Gestein und 2,4 Theilen MgO. Die Zusammensetzung der resultirenden Schmelze war:

		Mol.-Prop. ×1000	reducirt auf 100
SiO_2	45,1	747	51,5
Al_2O_3	23,2	227	15,6
Fe_2O_3	3,6	23	1,6
FeO	2,5	35	2,4
MgO	3,8	94	6,5
CaO	4,6	82	5,7
Na_2O	11,2	180	12,4
K_2O	5,9	63	4,3
	99,9		

Specifisches Gewicht = 2,583.

7. Sättigung mit CaO.

Als Zusatz wurde gepulverter isländischer Doppelspath verwendet[1]. — Bei der Ausführung der Versuche zeigte sich bald eine grosse Schwierigkeit. Eine Schmelze mit 10 % $CaCO_3$ war völlig durchgeschmolzen und ruhig geflossen; ebenso eine solche mit 25 % $CaCO_3$. Bei weiterem Zusatz

[1] Die Verwendung des Carbonats war unbedenklich, da das Entweichen der Kohlensäure ohne Schäumen vor sich geht. „La décomposition du carbonate de chaux n'entraîne aucun boursouflement." (F. Fouqué et Michel-Lévy, „Synthèse des minéraux et des roches." Paris 1882. p. 49.)

Digitized by Google

von Kalk wurde stets der Porcellantiegel aufgelöst, bezw. durchfressen, so dass sich einwandsfreie Resultate nicht ergeben konnten. Es wurde nun versucht, den Schutztiegel innen mit gebranntem Kalk auszukleiden und ohne Porcellantiegel ein Gemisch von 60 Theilen des Gesteins und 40 Theilen $CaCO_3$ zu schmelzen. Der Versuch misslang, indem das Futter den Schutztiegel angriff und auflöste. Ebenso schlugen Versuche, das Gemisch in einem Kreidetiegel oder in einem Tiegel aus Marmor zu schmelzen, fehl. Es wurde deshalb in einem Platintiegel eine Mischung des Gesteins mit Kalkspath, entsprechend 71,2 Theilen Gestein und 28,8 Theilen CaO geschmolzen. Probefäden zeigten an, dass die Schmelze einige ungelöste Theile enthielt. Da das Glas sich schlecht aus dem Tiegel entfernen liess, wurde dieser aufgeschnitten. Das erhaltene Material wurde gepulvert und zunächst qualitativ untersucht. Dasselbe reagirte nach dem Anfeuchten mit Wasser alkalisch. Bei längerem Behandeln mit kaltem Wasser liess sich zeigen, dass dieses Kalk aufgenommen hatte. Bei Verwendung von stark verdünnter Salzsäure (1 : 200) war in der Flüssigkeit Thonerde und Eisen nachweisbar, es war also auch das durchgeschmolzene Glas angegriffen worden. Um nun die Menge des ungelösten Kalkes festzustellen, wurde eine abgewogene Menge der Substanz 48—72 Stunden mit kaltem Wasser behandelt. Dabei gingen durchschnittlich 3,0 % CaO in Lösung. Demnach wäre die Zusammensetzung des durchgeschmolzenen Glases:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	32,9	545	35,6
Al_2O_3	16,9	165	10,8
Fe_2O_3	2,5	16	1,0
FeO	1,9	26	1,7
MgO	1,1	27	1,8
CaO	32,1	573	37,5
Na_2O	8,2	132	8,6
K_2O	4,3	46	3,0
	99,9		

Das specifische Gewicht wurde nicht bestimmt. Ob dieser Versuch auf dieselbe Genauigkeit Anspruch machen kann, wie die vorhergehenden, sei dahingestellt.

Digitized by Google

Die Aufnahmefähigkeit für die Alkalien ist natürlich unbegrenzt.

In den folgenden Figuren sind die Resultate der Schmelzen nach dem MICHEL-LÉVY-BRÖGGER-HOBBS-Diagramm graphisch dargestellt. Es bedeutet:

1. Das Ausgangsmaterial
1 a. „ „ nach dem Umschmelzen
2. „ „ gesättigt mit SiO_2.
3. „ „ „ „ Al_2O_3.
4. „ „ „ „ Fe_2O_3.
5. „ „ „ „ FeO.
6. „ „ „ „ MgO.
7. „ „ „ „ CaO.

Ferner schien es interessant, die Lösungsfähigkeit des Glases für SiO_2 unter denselben Bedingungen festzustellen, nachdem die Menge der vorhandenen Basen verändert worden war. Es wurden deshalb dem Glase Mengen der einzelnen Basen zugesetzt, die unterhalb der Grenze der Aufnahmefähigkeit für diese lagen, und dann wiederum mit SiO_2 gesättigt.

Es wurden mit SiO_2 gesättigt:

1. 95,6 Theile Gestein mit 4,4 Theilen Al_2O_3.

Die gesättigte Schmelze bestand aus:

63,7	Gestein
2,9	Al_2O_3
33,4	SiO_2
100,0	

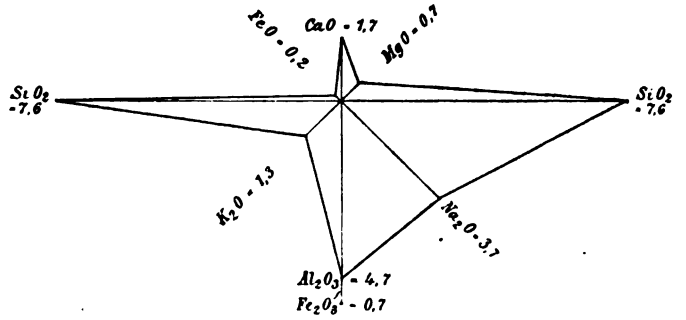
Zusammensetzung des erhaltenen Glases:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	62,8	1040	69,9
Al_2O_3	18,1	177	11,9
Fe_2O_3	2,5	16	1,1
FeO	1,4	19	1,3
MgO	0,9	25	1,7
CaO	3,0	53	3,6
Na_2O	7,3	118	7,9
K_2O	3,8	40	2,7
	99,8		

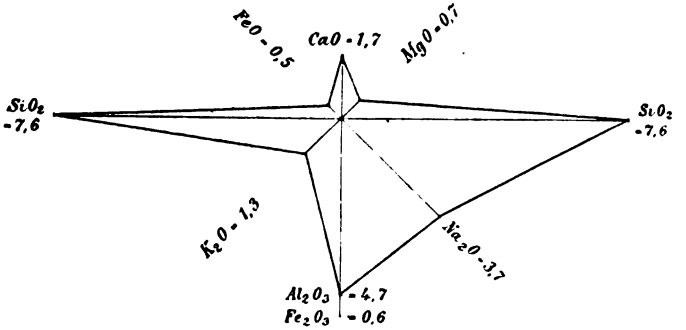
Specifisches Gewicht = 2,469.

Digitized by Google

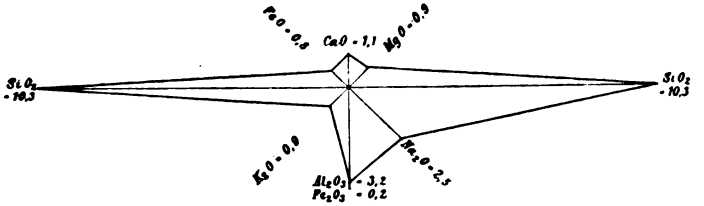
1.



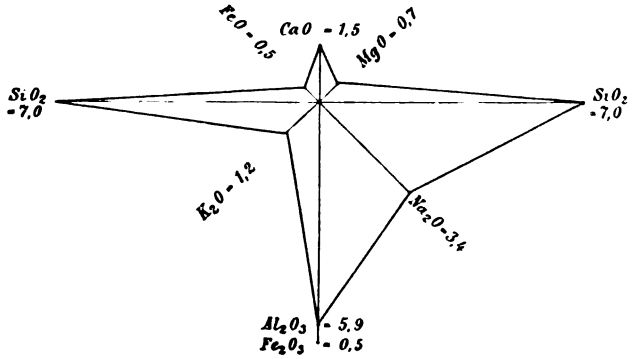
1a.



2.

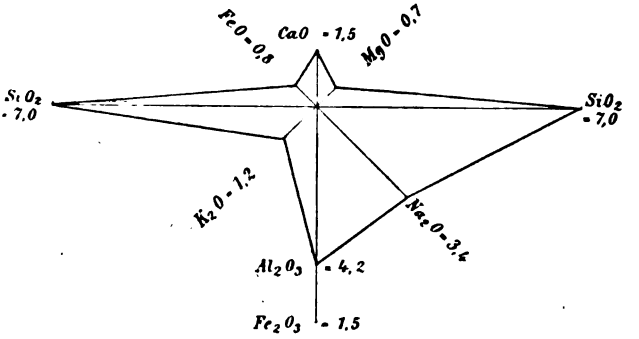


3.

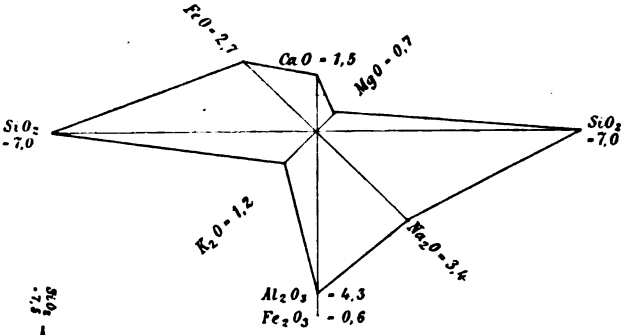


Digitized by Google

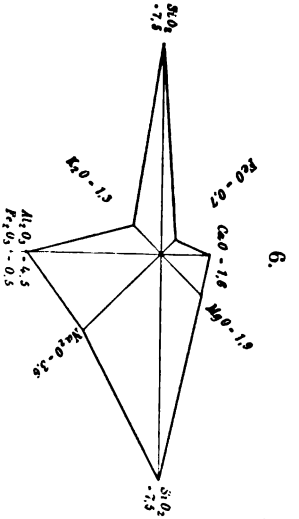
4.



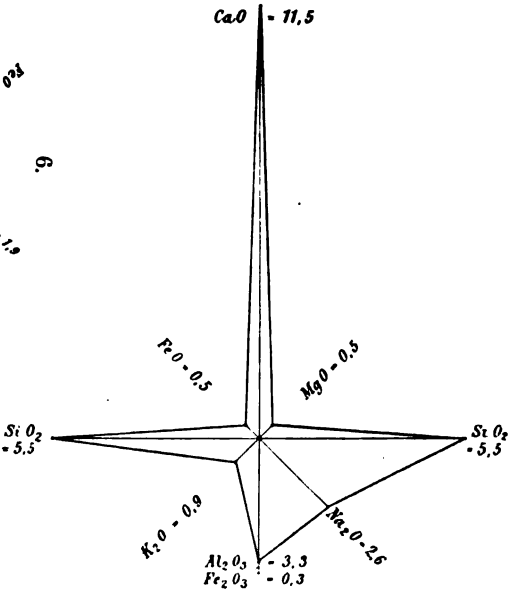
5.



6.



7.



Digitized by Google

2. 93,5 Theile Gestein mit 6,5 Theilen Fe_2O_3.

Die gesättigte Schmelze bestand aus:

62,4	Gestein
4,3	Fe_2O_3
33,3	SiO_2
100,0	

Zusammensetzung des erhaltenen Glases:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	62,1	1028	69,7
Al_2O_3	14,9	146	9,9
Fe_2O_3	5,7	36	2,4
FeO	2,5	35	2,4
MgO	0,9	22	1,5
CaO	2,9	52	3,5
Na_2O	7,2	116	7,9
K_2O	3,7	39	2,6
	99,9		

Specifisches Gewicht = 2,492.

3. 98,9 Theile Gestein mit 1,1 Theil MgO.

Die gesättigte Schmelze bestand aus:

68,7	Gestein
0,8	MgO
30,5	SiO_2
100,0	

Zusammensetzung des erhaltenen Glases:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	62,2	1030	68,1
Al_2O_3	16,4	161	10,7
Fe_2O_3	1,4	9	0,6
FeO	2,9	40	2,6
MgO	1,8	45	3,0
CaO	3,2	57	3,8
Na_2O	7,9	127	8,4
K_2O	4,1	43	2,8
	99,9		

Specifisches Gewicht = 2,416.

Digitized by Google

4. 84,3 Theile Gestein mit 15,7 Theilen CaO.

Die gesättigte Schmelze bestand aus:

41,4	Gestein
7,7	CaO
50,9	SiO_2
100,0	

Zusammensetzung des erhaltenen Glases:

		Mol.-Prop. × 1000	reducirt auf 100
SiO_2	70,0	1159	73,6
Al_2O_3	9,9	97	6,2
Fe_2O_3	1,0	6	0,4
FeO	1,6	22	1,4
MgO	0,6	15	1,0
CaO	9,6	171	10,9
Na_2O	4,8	77	4,9
K_2O	2,5	27	1,7
	100,0		

Specifisches Gewicht = 2,361.

Die Resultate dieser Versuche sind in den folgenden Figuren in derselben Anordnung wie bei der vorigen dargestellt.

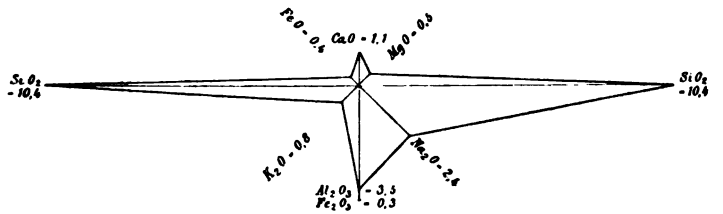
Es bedeutet:

8.	Ausgangsmaterial mit Zusatz von Al_2O_3	gesättigt mit SiO_2
9.	„ „ „ „ Fe_2O_3	
10.	„ „ „ „ MgO	
11.	„ „ „ „ CaO	

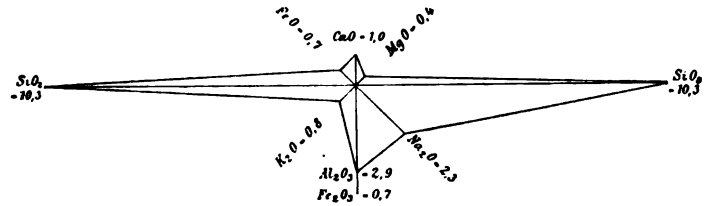
Naheliegend scheint es, die Zusammensetzung der gesättigten Gläser mit der in der Natur vorkommender Gesteine zu vergleichen. Nähere Überlegung zeigt aber, dass dies nur von Interesse ist bei der mit SiO_2 versetzten Schmelze (Figur No. 2) und auch hier nur bedingt, da das Verhältniss der basischen Oxyde untereinander schon durch das Ausgangsmaterial gegeben ist. Bei den anderen Schmelzen ist das Verhältniss der Alkalien zur Kieselsäure und das von dieser zu den anderen Basen (ausgenommen die im Überschuss zugesetzte) bereits von vornherein fixirt, so dass man interessante Resultate nicht erwarten darf. — Die Zusammensetzung der mit SiO_2 gesättigten Schmelze entspricht ungefähr der eines Alkalisyenits.

Digitized by Google

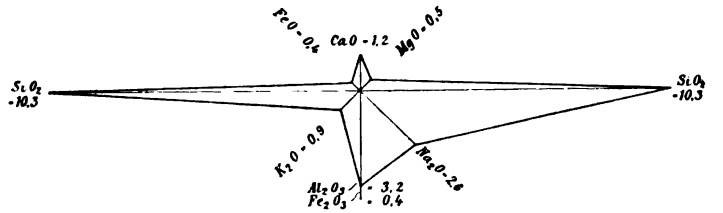
8.



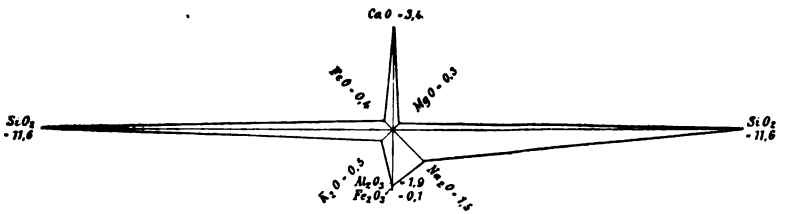
9.



10.



11.



Digitized by Google

Der mineralogische Bestand könnte sich aus der Analyse wie folgt ergeben:

Alkalifeldspath:			
K_2O	45	144	Rest: 0
Na_2O	99		„ 30
Al_2O_3	144		„ 18
SiO_2	864		„ 169
Kalkfeldspath:			
CaO	18		Rest: 41
Al_2O_3	18		„ 0
SiO_2	36		„ 133
Metasilicate:			
Na_2O	30	133	Rest: 0
CaO	41		„ 0
MgO	25		„ 0
FeO	19		„ 0
Fe_2O_3	18		„ 0
SiO_2	133		„ 0

III.

Zum Schluss sei es mir gestattet, meine eigene Ansicht über die Differentiationsvorgänge auszusprechen. Im Gegensatz zu Rosenbusch, der die Lösung der Spaltungsfrage nur auf geologischem Gebiete finden möchte, halte ich es für richtig, die Erfahrungen der Technik — vor Allem der Glastechnik — soweit sie hier in Frage kommen, zu berücksichtigen. Kennt nur der Glastechniker eine Spaltung? Ja und nein. Eine Trennung von Metallen und Oxyden einerseits und Silicaten andererseits im flüssigen Zustand ist oft beobachtet worden. Dies ist besonders der Fall bei der Herstellung stark gefärbter Gläser, wo man bisweilen am Boden des Schmelzgefässes Körner von Metall (Gold z. B.) und Oxyden findet. Eine ähnliche Erfahrung machte auch Morozewicz bei seinen Schmelzversuchen (op. c. p. 20), der bei eisenreichen Schmelzen metallisches Eisen am Tiegelboden fand, wenn er etwas mehr Kohle zugesetzt hatte, als nöthig war, den der Schmelze beigemengten Hämatit zu Eisenoxydul zu reduciren. Auch beim Schmelzen eines magnetitreichen Granits fand er am Boden des Hafens eine Anreicherung des Magnetits (op. c. p. 233). Ferner denke man an die Erschmelzung des Eisens in den Hochöfen, wo eine Trennung

Digitized by Google

des flüssigen Eisens von flüssiger Schlacke, also einem Silicat, täglich in grossem Maassstabe vor sich geht. — Eine Trennung eines Silicates in zwei gesonderte Silicatschichten ist jedoch meines Wissens nur von Morozewicz (op. c. p. 233) beobachtet worden. Dieser will in einem Wannenofen der Targóweker Glasfabrik eine Trennung des geschmolzenen Kalk-Natronglases in eine untere Ca-reichere und in eine obere SiO_2-reichere Schicht wahrgenommen haben. Er führt diese Erscheinung auf das Gouy und Chaperon'sche Gesetz (Trennung der Molecüle nach dem specifischen Gewicht) zurück. Meines Erachtens wird hier wohl mehr das van't Hoff'sche (Soret'sche) Gesetz in Betracht kommen, da in einem Glasofen doch stets Temperaturschwankungen vorkommen; besonders an Tagen, an denen kleinere Reparaturen vorgenommen werden, wird der Ofen stets kälter gehen, und dann mag eine Trennung nach dem van't Hoff'schen Gesetz eintreten. Ferner ist die Wirkung des Gouy und Chaperon'schen Gesetzes so ausserordentlich gering, dass eine Trennung nach demselben bisher bei wässerigen Lösungen nicht beobachtet werden konnte, während eine Concentrationsänderung an Stellen verschiedener Temperatur in einer Lösung leicht nachweisbar ist[1]. Aber mag der Grund für die beobachtete Trennung sein, welcher er wolle, dass eine Spaltung zweier Silicate stattfindet wie bei zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten, kann wohl nicht angenommen werden. Der „spontane Zerfall eines Magmas" nach der Ansicht Rosenbusch's ist also nach den Erfahrungen der Technik wenig wahrscheinlich.

Nun sind die Silicatschmelzflüsse, wie nach den schönen Untersuchungen von Barus und Iddings (l. c.) feststeht, zweifellos Elektrolyte, es gelten also alle für diese gefundenen Gesetze auch für die Gesteinsmagmen. Aber wäre der Einfluss der Gesetze van't Hoff's und Gouy und Chaperon's so gross wie einige Forscher annehmen, dann hätte sich eine Spaltung nach denselben längst bei der Herstellung der Gläser bemerkbar gemacht. Andererseits zeigt die Glastechnik wie schwierig sich zwei nebeneinander im flüssigen Zustand

[1] Vergl. Ostwald, „Lehrbuch der allgemeinen Chemie." 1. (Stöchiometrie.) p. 700—702.

Digitized by Google

befindliche Silicate mischen. Man kann tagelang zwei Gläser von ähnlicher Zusammensetzung in demselben Hafen bis zur Dünnflüssigkeit erhitzen, eine völlige Durchmischung ist schliesslich doch nicht eingetreten, bei optischer Untersuchung wird man stets noch Schlieren in dem Glase finden. Die Diffusionsgeschwindigkeit in Gläsern ist also ausserordentlich gering; die Viscosität hindert die Trennung nach den oben erwähnten Gesetzen.

Nun sollte man sich meines Erachtens bei Erklärungen der Differentiationsvorgänge an die Resultate der Technik halten, soweit sie überhaupt in Betracht zu ziehen sind. Es tritt also eine Trennung von Silicaten einerseits und Oxyden und Metallen andererseits im flüssigen Zustand leicht ein. Eine solche Trennung finden wir in der Natur in den von Vogt beschriebenen, zweifellos durch magmatische Differentiation entstandenen, oxydischen und sulfidischen Erzlagerstätten. Es ist auch ohne weiteres ersichtlich, warum diese Erzvorkommen stets an SiO_2-arme Eruptivgesteine gebunden sind. Im flüssigen Magma kommt es erst zur Abscheidung der Oxyde und Sulfide, wenn das Magma an denselben gesättigt ist; und ist dies der Fall, dann ist im Allgemeinen das Magma SiO_2-arm. — Wenn nun eine Trennung zweier Silicate infolge der grossen Viscosität des Schmelzflusses nur so langsam und in so geringem Maasse vor sich geht, dass man in der Technik auf diese Erscheinungen kaum aufmerksam geworden ist, so darf man wohl annehmen, dass in der Natur in grossen Magmen dieser Trennungsprocess auch nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die Schlierenbildung im Magma ist jedoch vielleicht zum Theil auf derartige Trennungsprocesse zurückzuführen[1]. — Was den Einfluss des Wassers anbetrifft, so wird man mit seinem Urtheil wohl am besten zurückhalten, bis theoretisches Studium und Experimente genauen Anhalt geben über die Rolle des überhitzten Wassers. So einfach wie Lorwinson-Lessing sich die Wirkung des Wassers denkt (s. o.), ist sie zweifellos nicht, denn das Wasser liegt im Schmelzfluss wahrscheinlich

[1] Die Schlierenbildung kann ausserdem wohl durch Mischung zweier Magmen sowie durch Einschmelzung von Theilen des Nachbargesteins hervorgerufen werden.

Digitized by Google

nicht als solches vor, sondern ist mit den Silicaten oder mit Kieselsäureanhydrid chemisch vereinigt. Und für diesen Fall gilt der von ihm angeführte Satz der Phasenregel nicht mehr. Andererseits sind aber Arrhenius und mit ihm Vogt wohl zu weit gegangen, wenn sie dem Wasser die Hauptrolle bei der Spaltung und Krystallisation der Magmen zuschreiben; es wäre doch zum Mindesten auffallend, dass dann Fouqué und Michel-Lévy u. a. aus trockenen Schmelzen Mineralaggregate erhielten, die sich von natürlichen Gesteinen in nichts unterschieden. Auf einen Einfluss des Wassers (oder des Druckes?) scheint allerdings zu weisen, dass die künstlich hergestellten Gesteine nur verhältnissmässig SiO_2-arm sind, und dass die Darstellung SiO_2-reicher Gesteine ohne Zusatz von „agents minéralisateurs" bisher nicht gelungen ist. — Ähnlich wie mit dem Wasser verhält es sich mit den anderen Mineralisatoren; ihre Wirksamkeit ist unbestritten, aber sie ist bisher noch nicht aufgeklärt und bedarf noch genauer experimenteller Erforschung. Wahrscheinlich ist ihre Wirkung eine rein katalytische, d. h. sie veranlassen eine Änderung der Geschwindigkeit chemischer Vorgänge, ohne selber dabei verändert zu werden.

Auch die Elektrolyse durch Erdströme (Brögger) wird bei der Differentiation keine grosse Rolle spielen; erstens wäre, wie Vogt schon sehr richtig bemerkt, die Wanderung ganzer Salzmolecüle (Apatit) nicht erklärlich[1], und zweitens ist wahrscheinlich die Leitfähigkeit der Silicate unter Druck sehr gering. Tamman[2] hat für wässerige Salzlösungen nachgewiesen, dass mit dem Druck der elektrische Leitwiderstand wächst. Da wir nun für die Silicatschmelzflüsse alle auf Lösungen von Elektrolyten anwendbaren Gesetze gelten lassen, so wird in unterirdischen unter Druck stehenden Magmen-

[1] Die Anhäufung von Apatit in einzelnen Theilen eines Gesteins (z. B. die gangförmigen Apatitvorkommen im Gabbro in Telemarken) wird vielleicht durch die Beobachtung erklärt, dass Silicate und Phosphate nicht in allen Verhältnissen mischbar sind. (Nach neueren Untersuchungen kommt die Trübung in den Opal- und Milchgläsern wahrscheinlich durch eine Trennung der Silicate von den Phosphaten oder Boraten bezw. Fluoriden dieser Gläser zu Stande.)

[2] G. Tamman, „Über die Abhängigkeit des elektrischen Leitvermögens vom Druck." Ann. d. Phys. **69**. 1899.

Digitized by Google

reservoiren die Leitfähigkeit sehr gering sein, die Elektrolyse also keine grosse Rolle spielen können. — Über magnetische Einwirkungen auf Schmelzflüsse ist bisher nichts bekannt, ein Urtheil dürfte also kaum erlaubt sein.

Ferner ist mir eine Ursache zur Trennung zweier in allen Verhältnissen mischbarer Flüssigkeiten nicht bekannt, ausgenommen das Aussalzen. Nun sind aber Silicate — und ich möchte dies immer wieder betonen bis das Gegentheil experimentell erwiesen wird — solche in allen Verhältnissen mischbare Flüssigkeiten. Kann nun ein Aussalzen bei Magmen eintreten, vielleicht durch Substanz eines Nebengesteins? Nein, denn das Nachbargestein ist entweder selber ein Silicat, also mischbar mit dem Magma, oder, wenn es kein solches ist, geht es mit dem Magma eine chemische Verbindung ein, wird selber Silicat und ist dann mischbar.

Die Substanz des Nachbargesteins kann aber — und damit kommen wir zur zweiten Gruppe von Hypothesen, zu denjenigen, die eine Trennung von festem und flüssigem Material bei der Differentiation annehmen — eine Krystallisation, eine Abscheidung fester Substanz, verursachen. Es kann nämlich 1. dem Magma durch Schmelzung oder Lösung des festen Materials so viel Wärme entzogen werden, dass es für eine Substanz übersättigt wird und infolgedessen Abscheidung derselben in Krystallen stattfindet oder 2. wenn das Magma und das Nachbargestein ein Ion gemeinsam haben, die Concentration für dieses in der Lösung so gross werden, dass eine Abscheidung eines dieses Ion enthaltenden Salzes erfolgt; ähnlich wie man in einer nahezu gesättigten Calciumsulfatlösung durch Zusatz einer Lösung von Chlorcalcium $CaSO_4$ zur Abscheidung bringen kann. Allerdings wird Aufnahme der festen Substanz des Nachbargesteins im Allgemeinen nicht zu einer eigentlichen Differentiation führen; es wird nur ein Wechsel der ungelösten Substanz stattfinden, bis schliesslich wieder ein Gleichgewichtszustand hergestellt ist. — Eine Abscheidung fester Substanz aus dem oben erwähnten Grunde kann auch stattfinden, wenn zwei verschiedene Magmen zur Berührung oder zur Mischung kommen; eine eigentliche Differentiation wird aber auch dann nicht eintreten.

Digitized by Google

Die Hauptfactoren bei der Differentiation sind nach meiner Ansicht Temperatur und Druck. Der Einfluss des letzteren auf den Aggregatzustand ist einwandsfrei von Barus[1] ermittelt. Dieser zeigte, dass unabhängig von der chemischen Zusammensetznng der Silicate bei der Krystallisation eine Contraction eintritt (die Versuche von Doelter sind aus den oben angeführten Gründen nicht maassgebend). Druck wirkt also auf Silicate wie Temperaturerniedrigung, d. h. der Schmelzpunkt wird mit dem Druck erhöht. — Mit steigender Temperatur wächst die Aufnahmefähigkeit eines Silicats für andere Silicate und Oxyde. Es ist dies ein alter Erfahrungssatz, der wohl nicht bestritten werden kann; allerdings ist der Einfluss der Temperatur auf die Lösungsfähigkeit von Silicaten für Oxyde quantitativ noch nicht bestimmt und deshalb müssen die von mir begonnenen Untersuchungen noch weiter fortgeführt werden.

Im Anklang an Durocher und Becker denke ich mir nun die Differentiation einfach als eine Krystallisation, hervorgerufen durch Temperaturerniedrigung oder Druckvermehrung. Wenn das Magma nicht zu viscos ist, oder die Krystallisation zu schnell erfolgt, wird immer eine Trennung der Krystalle von der Mutterlauge nach dem specifischen Gewicht eintreten, so dass dadurch eine Differentiation vor sich geht. Findet die Krystallisation unter hohem Druck statt, so sind die entstandenen Krystalle nur labil fest, d. h. **sie werden bei Druckentlastung flüssig und liefern chemisch differente Magmen.** Die Verflüssigung kann natürlicherweise auch durch spätere Erhöhung der Temperatur erfolgen. — Diese Auffassung erhält ihre Hauptstütze durch die Untersuchungen Brögger's, der nachwies, dass sich die Zusammensetzungen der zu einem Eruptivgebiet gehörigen Magmen durch Addition und Subtraction bestimmter stöchiometrischer Verbindungen aus einem gemeinsamen Hauptmagma ableiten lassen. Diese „stöchiometrischen Verbindungen" sind aber, wie Brögger ausgeführt

[1] C. Barus, High temperature work in igneous rocks and ebullition, chiefly in relation to pressure." Bull. U. S. Geol. Surv. No. 103. 1893.

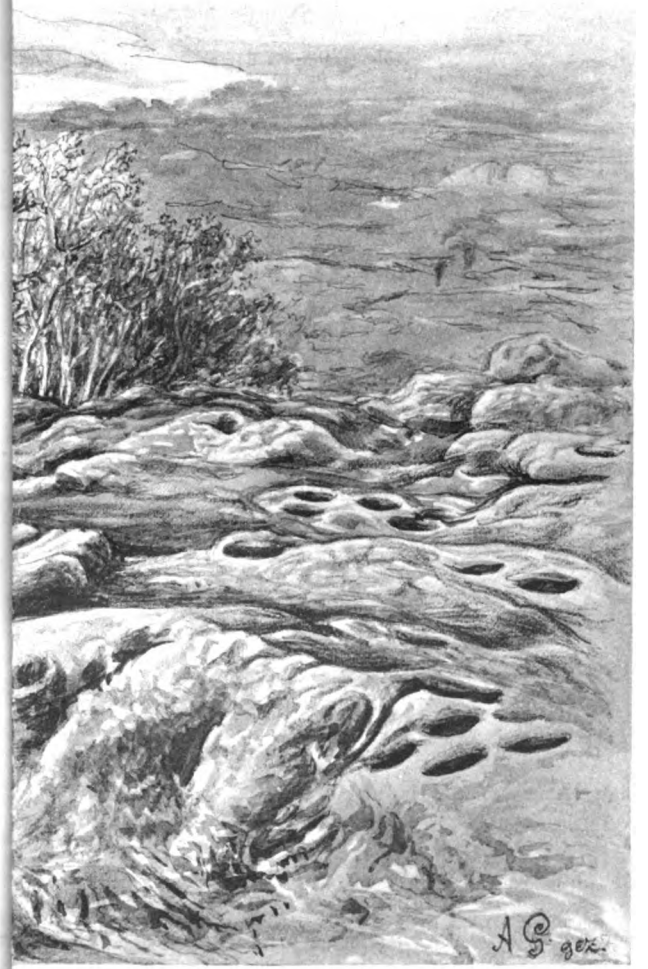
Digitized by Google

hat, nichts anderes als die bekannten gesteinsbildenden Mineralien. Ebenso weist Vogt in seinen Arbeiten immer darauf hin, dass die Differentiationsfolge parallel der Krystallisationsfolge geht.

Der Vorgang wird sich jedoch nicht ganz so einfach abspielen, wie er oben skizzirt worden ist, es werden Übersättigungen eintreten, durch Druckverschiedenheiten wird die Ausscheidungsfolge geändert werden u. s. f., immer jedoch wird derselbe durch das Gibbs'sche Phasengesetz geregelt werden, und eine Hauptaufgabe der experimentellen Petrographie wird es in Zukunft sein, die Anwendbarkeit dieses Gesetzes auf Silicatschmelzflüsse darzuthun. — Hierzu bieten sich zwei Wege: erstens Fortführung der Arbeiten Vogt's über Krystallbildung und Lagorio's über Vergleiche der Zusammensetzung der Krystalle und der Glasbasis und zweitens Studium eutektischer Gemische. Bei letzterem wird man zuerst von einem Gemisch von Kieselsäure und einer Base ausgehen und später immer mehr Oxyde einführen müssen, bis man zu Silicaten von der Zusammensetzung der natürlichen Gesteine kommt. Die Schwierigkeiten, die sich bei diesen Versuchen bieten werden, werden allerdings ganz enorme sein, man denke nur an die complicirten Arbeiten van't Hoff's über die Bildung der Salzlager und Roozeboom's über die heterogenen Gleichgewichte, aber dafür wird auch der Erfolg ein ungeheuer grosser sein. Es werden diese Untersuchungen mit einem Schlage Licht bringen über die Vorgänge bei der Differentiation der Magmen und zugleich über die Gesetze der Krystallabscheidung in einem Silicatschmelzfluss.

Jena, mineral. u. geol. Institut, im Mai 1903.

Digitized by Google



Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

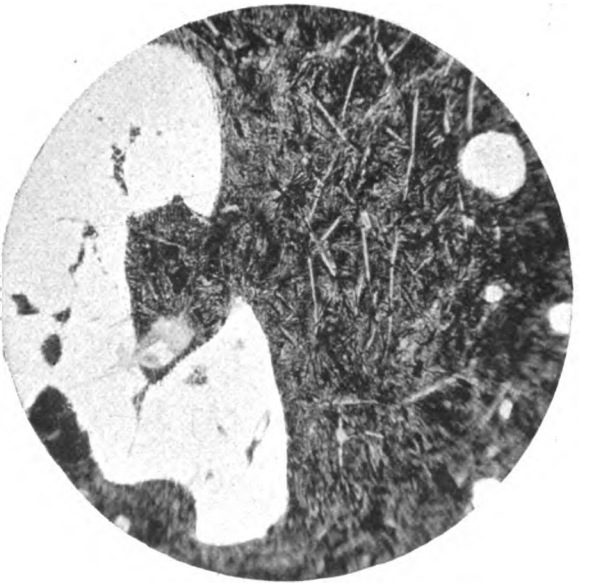


Fig. 9.

Fig. 10.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.

Digitized by Google

Digitized by Google

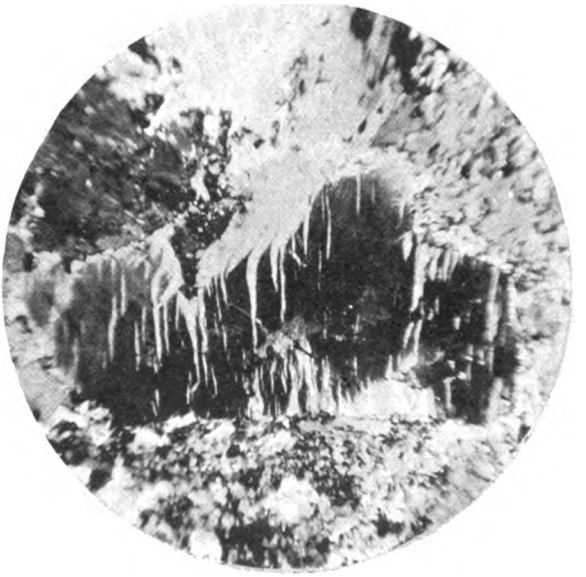


Fig. 11.

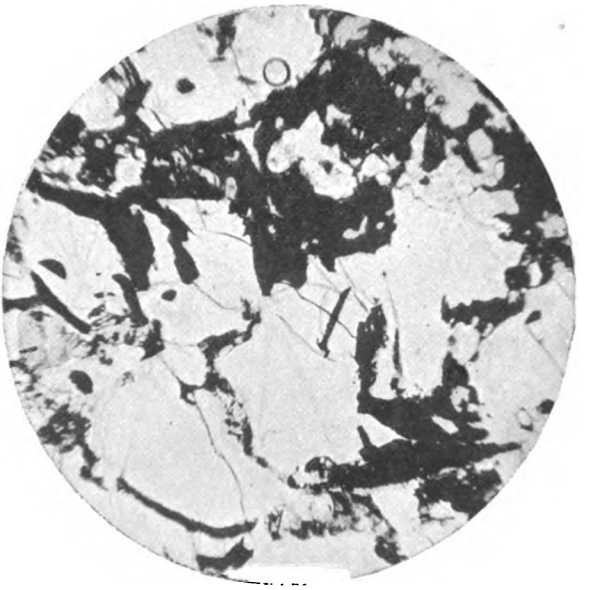


Fig. 12.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.

Digitized by Google

Digitized by Google

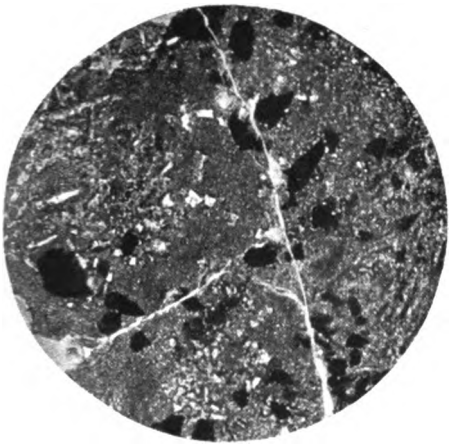


Fig. 1.

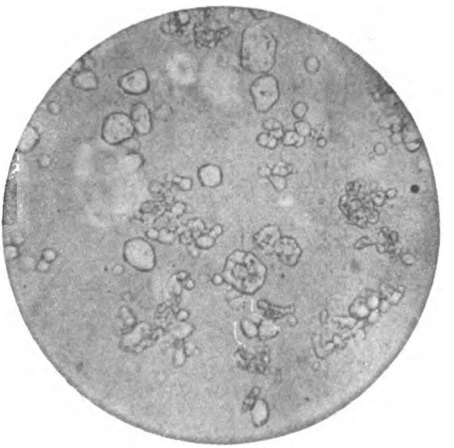


Fig. 2.

Fig. 3.

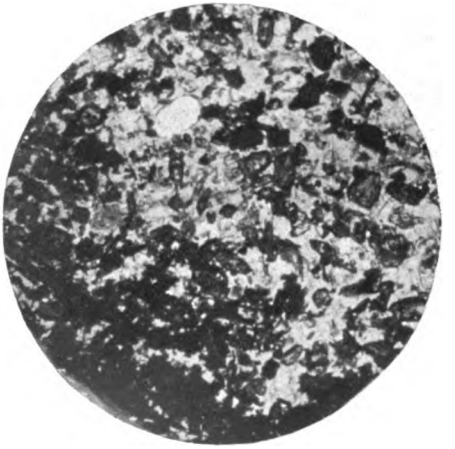


Fig. 4.

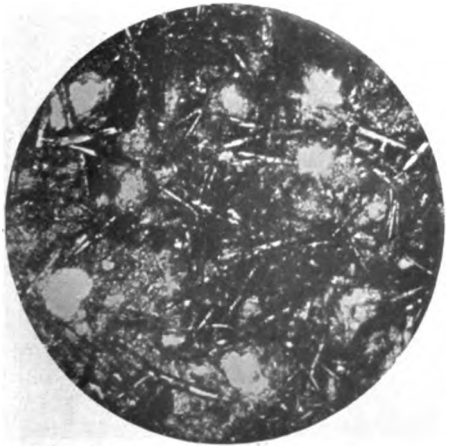


Fig. 5.

Fig. 6.

Digitized by Google

Digitized by Google

1. October 1903.

Neues Jahrbuch

für

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

Unter Mitwirkung einer Anzahl von Fachgenossen

herausgegeben von

M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch
in Marburg. in Tübingen. in Göttingen.

XVII. Beilage-Band.

Drittes Heft.

Mit Taf. XXXV—XLIII und 41 Textfiguren.

STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele).
1903.

Digitized by Google

In der **E. Schweizerbart**'schen Verlagshandlung (**E. Nägele**) in **Stuttgart** erscheint:

Centralblatt

für

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie

herausgegeben von

M. Bauer, E. Koken, Th. Liebisch

in Marburg. in Tübingen. in Göttingen.

Jährlich erscheinen 24 Nummern. Preis Mk. 12.—.

Abonnenten des Neuen Jahrbuchs erhalten das Centralblatt unberechnet.

Infolge der reichlich einlaufenden und vielseitigen Beiträge erfreut sich das „Centralblatt" des stetig wachsenden, lebhaften Interesses aller Fachkreise des In- und Auslandes, ein Beweis, welche lang empfundene Lücke es ausgefüllt hat.

Trotz des reichlichen Stoffes können in **eiligen Fällen Briefliche Mittheilungen etc. innerhalb 14 Tagen,** von einer zur andern Nummer, publicirt werden.

Ferner finden **Anzeigen** bezüglich Assistentenstellen oder sonstige Bekanntmachungen, **Annoncen** über Sammlungen, neu erschienene Fachliteratur etc. etc. durch das „**Centralblatt**" die schnellste und weiteste Verbreitung.

Prof. Dr. E. Cohen (Greifswald):

Meteoritenkunde Heft II:

Structurformen. Versuche künstlicher Nachbildung von Meteoriten. Rinde und schwarze Adern. Relief der Oberfläche. Gestalt, Zahl und Grösse der Meteorite. Nachträge zu Heft I.

Umfang 19½ Bogen 8°. — **Preis 10 Mk.**

Heft I. Untersuchungsmethoden. Gemengtheile. 340 S. 8°, erschien 1894.

Preis 10 Mk.

Prof. Dr. A. Osann (Freiburg i. B.):

Beiträge zur chemischen Petrographie Theil I:

Molecularquotienten zur Berechnung von Gesteinsanalysen.

13 Bogen kl. 4°. — **Preis 9 Mk.**

Digitized by Google

In der **E. Schweizerbart**'schen Verlagshandlung (**E. Nägele**) in **Stuttgart** ist ferner erschienen:

PALAEONTOGRAPHICA.

Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit.

Herausgegeben von

Professor Dr. **Karl A. v. Zittel** in München.

Bisher erschienen 49 Bände 4° im Umfange von je ca. 40 Bogen Text und 28 Tafeln.

Preis pro Band Mk. 60.—.

Die Abhandlungen sind auch einzeln zu haben. Im Nachstehenden führen wir eine Anzahl der in der letzten Zeit erschienenen Arbeiten an:

Maas, O.: Über Medusen aus dem Solenhofer Schiefer und der unteren Kreide der Karpathen. 3 Bogen mit 2 Tafeln	Preis Mk.	8.—.
Fraas, E.: Die Meer-Crocodilier (Thalattosuchia) des oberen Jura unter specieller Berücksichtigung von Dacosaurus und Geosaurus. 9 Bogen mit 8 Tafeln	„ „	20.—.
Drevermann, Fr.: Die Fauna der Untercoblenzschichten von Oberstadtfeld bei Daun in der Eifel. 6 Bogen mit 6 Tafeln	„ „	16.—.
Volz, W.: Proneusticosaurus, eine neue Sauropterygier-Gattung aus dem unteren Muschelkalk Oberschlesiens. 5 Bogen mit 2 Tafeln	„ „	14.—.
Felix, Johs.: Studien über die korallenführenden Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und den Mediterrangebieten. Theil I: Die Anthozoën der Gosauschichten in den Ostalpen. 25 Bogen mit 9 Tafeln und 67 Textfiguren . . .	„ „	30.—.
Wanner, Joh.: Die Fauna der obersten weissen Kreide der libyschen Wüste. 8 Bogen mit 7 Tafeln . .	„ „	24.—.
Quaas, Arth.: Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreidebildungen in der libyschen Wüste (Overwegi-Schichten und Blätterthone). 24 Bogen mit 14 Tafeln	„ „	36.—.
Burckhardt, C.: Beiträge zur Kenntniss der Jura- und Kreideformation der Cordillere. 18 Bogen mit 16 Tafeln und 4 Kartenskizzen	„ „	38.—.

Zittel und Haushofer.

Palaeontologische Wandtafeln.

Herausgegeben von

Geh. Rath Prof. Dr. K. A. v. Zittel und Dr. K. Haushofer.

Tafel 1—73 (Schluss).

Inhalts- und Preisverzeichnisse stehen zu Diensten.

Digitized by Google

Inhalt des dritten Heftes.

Seite

Linck, G.: Beiträge zur Geologie und Petrographie von Kordofan. (Mit Taf. XXXV—XLII, 6 Textbildern und 10 Analysenfiguren.) 391

Mühlberg, F.: Zur Tektonik des nordschweizerischen Kettenjura. (Mit 2 tektonischen Kartenskizzen.) . 464

Franz, V.: Über „Nautilus bidorsatus" und seine Verwandten. (Mit 5 Figuren.) 486

Petrasch, K.: Beiträge zur experimentellen Petrographie. (Mit Taf. XLIII und 3 Figuren im Text.) 498

Schweig, M.: Untersuchungen über die Differentiation der Magmen. (Mit 15 Figuren im Text.) 516

In der **E. Schweizerbart**'schen Verlagshandlung (**E. Nägele**) in **Stuttgart** ist ferner erschienen:

Lethaea geognostica.

Handbuch der Erdgeschichte

mit Abbildungen der für die Formationen bezeichnendsten Versteinerungen.

Herausgegeben von einer Vereinigung von Geologen.

I. Theil: **Lethaea palaeozoica**

von

Ferd. Roemer, fortgesetzt von Fritz Frech.

Textband I. Mit 226 Figuren und 2 Tafeln. gr. 8°. 1880. 1897. (IV. 688 S.) Preis Mk. 38.—.

Textband II. 1. Liefg. Mit 31 Figuren, 13 Tafeln und 3 Karten. gr. 8°. 1897. (256 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 2. Liefg. Mit 99 Figuren, 9 Tafeln und 3 Karten. gr. 8°. 1899. (177 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 3. Liefg. Mit 13 Tafeln und 235 Figuren. gr. 8°. 1901. (144 S.) Preis Mk. 24.—.

Textband II. 4. Liefg. Mit 186 Figuren. gr. 8°. 1902. (210 S. und viele Nachträge.) Preis Mk. 28.—.

Atlas. Mit 62 Tafeln. gr. 8°. 1876. Cart. Preis Mk. 28.—.

II. Theil: **Das Mesozoicum.**

Erstes Heft: Die Trias.

Erste Lieferung: Einleitung des Mesozoicum und der Trias vom Herausgeber; Continentale Trias von E. Philippi (mit Beiträgen von J. Wysogórski). — Mit 8 Lichtdrucktafeln, 21 Texttafeln, 6 Tabellenbeilagen und 76 Abbildungen im Text.

Preis Mk. 28.—.

Verlag von E. Schweizerbart (E. Nägele) in Stuttgart, Marienstrasse 31.
Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

BOUND IN LIBRARY.
OCT 19 1904

Digitized by Google